

Enzo Mescalchin, Andrea Cristoforetti, Natascia Magagnotti,
Silvia Silvestri, Raffaele Spinelli

Utilizzo dei residui di potatura della vite a fini energetici



FONDAZIONE EDMUND MACH



ISTITUTO AGRARIO
DI SAN MICHELE ALL'ADIGE

Fondazione Edmund Mach
Centro Trasferimento Tecnologico

Enzo Mescalchin, Andrea Cristoforetti, Natascia Magagnotti,
Silvia Silvestri, Raffaele Spinelli

Utilizzo dei residui di potatura della vite a fini energetici

Utilizzo dei residui di potatura della vite a fini energetici / Enzo Mescalchin ... [et al.]. - [San Michele all'Adige (TN)] : Fondazione Edmund Mach, 2009. - 99 p. : ill., tab. ; 24 cm

ISBN 978-88-7843-028-0

1. Vite - Potatura - Residui - Impiego 2. Massa (Biologia) - Energia - Utilizzazione I. Mescalchin, Enzo II. Fondazione Edmund Mach. Centro Trasferimento Tecnologico

333.9539

Utilizzo dei residui di potatura della vite a fini energetici

© 2009 Fondazione Edmund Mach, Via E. Mach 1 - 38010 San Michele all'Adige (TN)

È vietata la riproduzione con qualsiasi mezzo essa venga effettuata

Cura e revisione testi

Enzo Mescalchin, Andrea Cristoforetti

Foto

Fornite dagli autori ad integrazione della propria relazione

Progettazione e realizzazione grafica

Palma & Associati

Stampa

Tipografia Temi srl

ISBN 978-88-7843-028-0

Presentazione

Il Centro Trasferimento Tecnologico della Fondazione Edmund Mach coerentemente con le proprie finalità di sviluppo e sostegno del mondo rurale locale, promuove progetti come quello del riciclaggio dei residui di potatura. Si tratta di uno studio relativo al possibile sfruttamento energetico dei residui di potatura dei vigneti che potrebbero diventare così un nuovo tipo di biocombustibile. Questo progetto si pone quindi in linea con le esigenze nazionali (e non solo) di preservare le risorse ambientali e di risparmiare le risorse energetiche. Ma si pone anche in linea con la volontà di migliorare la gestione locale del territorio e delle produzioni che si poggiano sul suo sfruttamento. Un miglioramento in termini di sostenibilità ambientale, di commercializzazione, di gestione. Il Centro Trasferimento Tecnologico, dunque, continua il suo compito e raggiunge i suoi obiettivi principali anche tramite studi che si pongono, pur nella loro localizzazione provinciale, all'avanguardia della ricerca sperimentale di nuove soluzioni di conservazione delle risorse, di rispetto del proprio patrimonio naturale e di innovazione delle conoscenze e del know how per il mondo agro-forestale.

Il Dirigente del Centro Trasferimento Tecnologico

Michele Pontalti

Sommario

9	Prefazione
15	Introduzione
19	Progettazione di una filiera di raccolta per i residui di potatura dei vigneti e stima del relativo costo di conferimento
45	Caratteristiche della biomassa costituita dai tralci di vite: presenza di residui di fitofarmaci ed evoluzione dei livelli di umidità
69	Prove di combustione ed analisi dei fumi
85	Conclusioni generali e proposte operative
91	Allegati
93	Ringraziamenti
95	Bibliografia citata
97	Gli autori

Prefazione

La possibilità di fronteggiare la crescente domanda di energia con fonti energetiche rinnovabili e alternative ai combustibili fossili, rappresenta un obiettivo prioritario anche a livello locale, tenuto conto del continuo aumento dei costi dei combustibili fossili ma soprattutto dei problemi di inquinamento legati al loro utilizzo.

Proprio in Trentino sono state realizzate iniziative d'avanguardia a livello nazionale per quanto attiene l'impiego energetico delle biomasse, così come definite dall'art. 2 Decr. Leg. 387/03.

Prevalgono però attività che utilizzano biomasse legnose di origine forestale mentre non sono ancora state programmate iniziative basate sullo sfruttamento energetico dei residui di potatura. I tralci della vite ad esempio costituiscono una biomassa residuale di cui, con opportuni accorgimenti, il viticoltore può fare a meno senza compromettere il bilancio della sostanza organica nel proprio terreno o l'equilibrio vegeto-produttivo delle viti.

Questo materiale non richiede trasformazioni ma deve solo essere tritato ed eventualmente essiccato per fornire un biocombustibile (il cippato) che può essere utilizzato direttamente. Attualmente il legno derivante dalla potatura delle viti viene trinciato nel vigneto.

Questa soluzione consente un riciclo e un parziale recupero delle sostanze nutritive contenute nei tralci, contribuendo a mantenere il buon livello di sostanza organica che grazie soprattutto all'inerbimento ca-

ratterizza in genere i terreni vitati trentini.

Questo materiale risulta però ricco di lignina, degradabile con difficoltà dalla carica microbica del terreno: anche dopo qualche anno infatti parti indecomposte di legno sono rintracciabili nel suolo.

La lignina infatti incrosta la cellulosa e ne limita l'attacco da parte dei microrganismi, mentre fenoli e tannini, pure presenti sui tralci, esplicano un'azione antibiotica.

Sussistono anche considerazioni di ordine fitosanitario che rendono consigliabile l'allontanamento dei tralci. Ad esempio nelle pratiche di controllo e profilassi del mal dell'esca, malattia crittogamica della vite, si raccomanda di togliere il legno di potatura dal vigneto al fine di diminuire le fonti di contaminazione costituite dal legno infetto. Partendo da queste considerazioni e grazie alla sensibilità della Cantina Viticoltori in Avio ha preso spunto lo studio oggetto della presente pubblicazione.

Nel panorama nazionale questo lavoro segue analoghe iniziative. Le prime valutazioni sull'utilizzo dei residui di potatura di alcune colture tra cui la vite per sostituire gasolio o metano nelle utenze agricole e in particolare nel riscaldamento degli edifici rurali in ambito nazionale risalgono infatti ai primi anni '80 a cura dell'Università di Bologna (Centro Studio del C.N.R.).

Negli anni recenti questi studi si sono moltiplicati e sono state attivate iniziative finalizzate proprio all'utilizzo dei sarmenti di vite. A Canelli verrà creato un Distretto Energetico comprensivo di centrale termica e area di stoccaggio per l'impiego di 50.000 tonnellate annue di legno per una produzione stimata di 5 MW per la fornitura di acqua calda ed energia elettrica cui sta lavorando anche la sezione di Meccanizzazione dell'Università di Torino (Facoltà di Agraria) per la messa a punto di idonee attrezzature per il compattamento dei tralci. In Friuli è stato presentato il Progetto Vitis Energetica per la valorizzazione energetica dei sarmenti di vite in provincia di Gorizia.

In Umbria l'Università degli Studi di Perugia (Facoltà di Ingegneria)

dispone di un Centro di Ricerca sulle biomasse che sta studiando le possibilità di applicazione di impianti sperimentali per il recupero energetico dei residui di potatura.

Il lavoro che viene qui descritto si distingue da precedenti esperienze in quanto oltre ad una accurata valutazione delle caratteristiche della zona e alla conseguente descrizione della cantieristica più idonea nelle specifiche condizioni della Vallagarina, si è affrontato il problema della possibile presenza di residui di fitofarmaci sulla superficie del legno di potatura e delle modalità di combustione più sicure per evitarne la dispersione nell'ambiente.

Ritengo che questa attenzione alla sostenibilità ambientale della combustione di biomasse provenienti dall'attività agricola colmi in parte una lacuna presente in precedenti lavori e confermi l'utilità di gruppi di lavoro interdisciplinari capaci di affrontare sotto diversi punti di osservazione problematiche complesse come quelle relative all'utilizzo di risorse rinnovabili.

Per questo sono molto grato ai colleghi con cui ho avuto l'opportunità di collaborare e che desidero ringraziare per il loro prezioso contributo.

Il coordinatore del progetto

Enzo Mescalchin

Introduzione

I lavori che hanno per tema l'utilizzo di biomasse a fini energetici sono sempre più numerosi sia in campo nazionale che comunitario (Sartori *et al.* 2004, AAVV 2006, Corradi 2007).

In alcuni casi si fa esplicito riferimento alle possibilità di utilizzo dei tralci di vite come combustibile (Spinelli *et al.* 2006, Francescato *et al.* 2007, Georget *et al.* 2008).

Il nostro contributo, che si deve all'attenzione che la Cantina Viticoltori in Avio dedica a questo tema, tende ad affrontare l'argomento non solo in chiave economica e di fattibilità ma anche rispetto alla sostenibilità per l'intera comunità che lo potrà mettere in pratica.

Infatti una delle caratteristiche che qualifica il presente studio e che lo distingue da altri lavori sul tema della valorizzazione delle biomasse legnose a fini energetici è costituita dall'approccio con cui si è voluto affrontare questo argomento.

Accanto alla valutazione delle potenzialità energetiche dei tralci di vite, alle loro caratteristiche come combustibile e ai costi connessi al loro utilizzo vengono studiate anche le possibili dispersioni nell'ambiente di eventuali residui di fitofarmaci presenti sulla superficie dei tralci stessi e le modalità per il loro abbattimento.

L'approfondimento di questo aspetto ha comportato l'analisi dei residui sui tralci in funzione del sistema di allevamento, delle modalità di per-

manenza dei sarmenti nel vigneto e del periodo di prelevamento. Successivamente sono state valutate le caratteristiche dei fumi prodotti dalla combustione dei tralci, utilizzando caldaie con differenti sistemi per l'abbattimento delle polveri nei fumi stessi. I parametri monitorati, stante l'impossibilità di rintracciare i residui di principi attivi nei fumi, sono quelli previsti dalla normativa nazionale in materia di combustione di biomasse. Altra peculiarità della presente iniziativa è costituita dal fatto che è stato anche impostato un protocollo per la valutazione del bilancio della sostanza organica in funzione dell'eventuale asportazione dei tralci e della introduzione, in sostituzione di questa fonte di sostanza organica, di sovesci autunno-primaverili. Quest'ultima parte del lavoro, pur correttamente impostata richiede naturalmente tempi relativamente lunghi e verrà quindi valutata in una prospettiva di medio periodo, sia che il presente lavoro continui a livello sperimentale che nel caso in cui trovi applicazione pratica. La presente relazione riporta in dettaglio le attività condotte ed i risultati ottenuti nell'ambito dello studio che si è svolto da novembre 2007 a ottobre 2008. La presentazione è articolata seguendo i tre filoni del lavoro: progettazione di una filiera di raccolta studiata per la realtà di Avio e relativa stima dei costi, caratteristiche dei sarmenti con particolare riferimento alla presenza di residui di fitofarmaci ed al contenuto di umidità, prove di combustione dei sarmenti ed analisi dei fumi.

La conferma dell'interesse su questi temi: i disegni di legge

A conferma dell'interesse presente attorno alla problematica dell'utilizzo delle biomasse legnose a fini energetici, si segnalano una serie di disegni di legge provinciali che hanno per argomento la valorizzazione di questo materiale come combustibile.

In particolare uno di questi si è concretizzato nella Legge Provinciale 25 luglio 2008 n.12 "Iniziative di sostegno alla produzione e all'utilizzo ecologico di biomassa legnosa per scopi energetici". La norma elenca

fra le finalità il recupero degli scarti della lavorazione del legno e dei residui delle attività agroforestali e la diffusione di impianti termici alimentati a biomassa; prevede fra gli interventi da sostenere la sperimentazione finalizzata all'innovazione nell'ambito della filiera della biomassa legnosa.

In questo contesto anche il nostro studio potrebbe inserirsi in maniera organica e contribuire a rafforzare questa filiera finalizzata anche a recuperare gli scarti della lavorazione nonché i residui delle potature agro-forestali.

Valutazione del quantitativo potenziale di sarmenti utilizzabili: quanti tralci si producono

Per inquadrare la potenziale diffusione in termini di superficie e di quantità prodotte di biomassa legnosa in ambito provinciale, si riportano alcune considerazioni generali. La quantità di legno prodotta nei vigneti è funzione della produzione ma varia anche in rapporto al sistema di allevamento, alla varietà, all'annata e al sito di produzione.

Nella figura 1, i cui dati sono tratti da un lavoro sperimentale condotto in collaborazione con Cavit, si riportano una serie di rilievi sul livello di produzione di uva e sul corrispondente quantitativo di legno di potatura. Nella regressione sono comprese le cv più diffuse in Trentino (chardonnay, pinot grigio, mueller th., merlot, teroldego, marzemino, cabernet e lagrein) con vigneti sia a pergola che a controspalliera dislocati in diverse condizioni di quota ed esposizione. Si può notare come in genere il quantitativo di legno per vite sia più frequentemente collocato tra 0,5 e 1 kg (122 vigneti, corrispondenti al 46,4%), mentre sono relativamente meno numerosi i casi in cui si ha tra 1 e 1,5 kg di tralci (71 casi corrispondenti al 27% del totale). Al di sopra di 1,5 kg e al di sotto di 0,5 kg sono presenti lo stesso numero di casi (35 che corrispondono al 13,3%).

Riguardo al sistema di allevamento, sulle pergole si produce una maggiore quantità di legno di potatura rispetto alle controspalliere in quanto su queste ultime si ricorre sistematicamente alla cimatura che comporta l'eliminazione

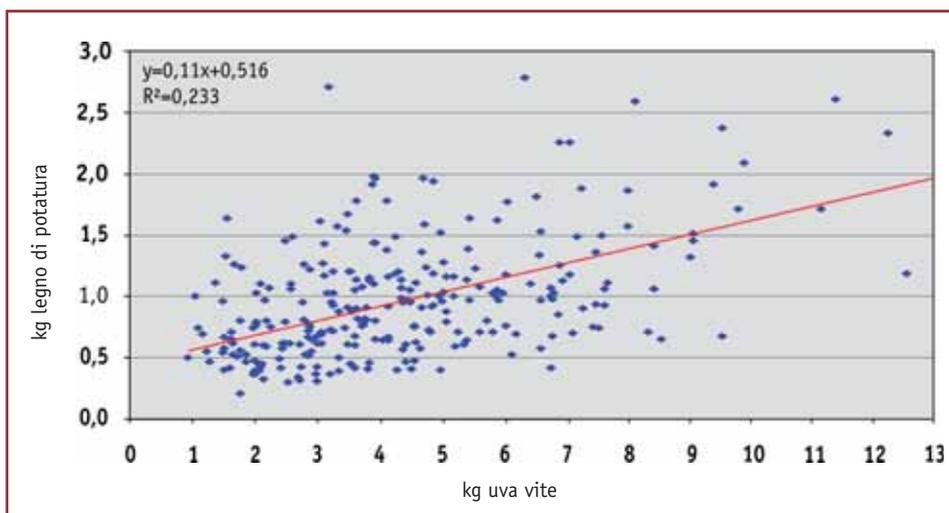


Fig. 1 - Regressione tra peso dell'uva e peso del legno di potatura corrispondente rilevati in Trentino su 10 cv nel periodo 2002-2007

della parte distale dei tralci. Questa operazione si esegue anche sulle pergole ma in questo caso il taglio non riguarda tutti i tralci ma solo quelli distali. L'effetto della varietà e dell'annata si può desumere dall'osservazione della tabella 1 che riporta una serie di osservazioni sull'indice di Ravaz (dato dal rapporto tra l'uva prodotta e il legno di potatura corrispondente). La quantità di legno varia entro valori piuttosto ampi, ma data la quantità di uva (che tutti conoscono visto che da questa dipende la remunerazione dell'agricoltore) non è difficile stimare per ogni varietà il quantitativo di tralci disponibili con la potatura invernale.

Nell'esempio riportato in tabella il livello di produzione di uva si aggira intorno ai 100 q.li/ha circa.

Considerando che in provincia sono censiti circa 10.000 ettari di vigneto da cui si ricavano 1,0-1,2 milioni di quintali di uva, si desume che il quantitativo di legno reso disponibile con la potatura secca del vigneto è dell'ordine dei 175.000-200.000 quintali annui.

Considerando che una parte dei vigneti si trova in collina o alta collina con pendenze variabili ma non sempre compatibili con livelli ottimali di meccanizzazione quali quelli richiesti per la raccolta dei tralci, si

Tab. 1 - Indice di Ravaz (rapporto tra uva e legno di potatura) rilevato su alcune varietà di vite coltivate in Trentino nel periodo 2002-2007

	Merlot	Lagrein	Pinot Nero	Marzemino	Teroldego
2002	5,1	3,1	2,2	1,9	1,9
2003	6,2	6,9	4,8	5,6	4
2004	5,5	4,6	4,9	5,2	3,5
2005	3,5	3,7	2,7	3,8	1,4
2006	3,2	2,6	4,2	3,1	1,3
2007	3,8	3,8	3,7	3,2	2,6
medie	4,55	4,12	3,75	3,80	2,45

	Cabernet Sauvignon	Mueller Thurgau	Pinot Grigio	Chardonnay	Sauvignon Bianco
2002	1,5	3			
2003	3,7	4,9	3,3	4,7	6,7
2004	3,4	7,8	4,2	6,5	3,5
2005	2,5	5,9	4	2,5	2,7
2006	2,6	4,2	2,7	3,3	
2007	1,6	4,4	5,6	4,7	6
medie	2,55	5,03	3,96	4,34	4,73

può prudentemente ritenere che la superficie potenzialmente interessata alla raccolta e all'utilizzo dei tralci in Trentino possa essere limitata al fondovalle e alle colline meno in pendenza e ridursi quindi a circa la metà della superficie totale per corrispondenti 100.000 quintali circa di tralci.



PROGETTAZIONE DI UNA FILIERA DI RACCOLTA PER I RESIDUI DI POTATURA DEI VIGNETI E STIMA DEL RELATIVO COSTO DI CONFERIMENTO

Raffaele Spinelli, Natascia Magagnotti**

Introduzione

Il recupero a fini energetici sta emergendo come una delle possibilità più interessanti per valorizzare i residui di potatura del vigneto e risolvere così il problema del loro smaltimento, che può anche essere molto oneroso quando considerazioni fitosanitarie consigliano la rimozione della biomassa anziché la trinciatura in campo.

Attualmente i residui di potatura vengono trinciati nel vigneto o concentrati fuori dagli appezzamenti nelle aree più aperte delle capezzagne (strade perimetrali degli appezzamenti) e bruciati. In Trentino questa pratica è però vietata, salvo per modeste quantità e in appezzamenti non accessibili ai mezzi agricoli.

Per la trinciatura si impiegano trinciasarmenti a mazze applicate al trattore agricolo ed il costo stimato dell'operazione ammonta a circa 60 €/ha. Per l'asportazione si impiega invece il rastrello a 40 denti portato da trattore. La bruciatura richiede l'opera manuale con produttività media di 0,5 t/h. Questa opzione è ancora più onerosa e comporta un costo stimato tra 150 e 200 €/ha.

D'altra parte, il potenziale produttivo di queste operazioni non è trascurabile: dalla potatura annuale dei vigneti infatti è possibile recuperare almeno 1 t s.s. di biomassa/ha, la cui qualità tuttavia è mediocre, a causa della lignificazione, talvolta incompleta del sarmento e del con-

* CNR / IVALSA, San Michele all'Adige, Trento

tenuto di umidità variabile tra 40 e 50%. La possibilità di recuperare questo materiale a condizioni economiche e la scelta della tecnologia più adatta per effettuare il recupero dipendono da alcuni fattori, tra cui soprattutto: la giacitura del terreno, la spaziatura tra le piante e la dimensione degli appezzamenti.

Un aspetto importante è rappresentato dalla stagionalità del lavoro, perchè il periodo disponibile per la raccolta della potatura va da dicembre a marzo e coincide con un periodo relativamente piovoso. D'altra parte, in questo periodo la richiesta di calore raggiunge i valori massimi, e si potrebbe pensare all'invio della biomassa direttamente in caldaia, evitandone lo stoccaggio e la manipolazione intermedia. Questo ovviamente può essere fatto solo se si impiegano caldaie in grado di accettare combustibile relativamente umido, o se la biomassa fresca è miscelata con materiale più asciutto, di altra provenienza.

Criteri di scelta dei cantieri

Il recupero dei residui di potatura può essere effettuato in diversi modi e con diverse attrezzature. Le tecnologie sicuramente esistono, perché i costruttori di macchine agricole si sono accorti del nuovo mercato offerto dalle bioenergie e stanno dedicando sempre maggiore attenzione a questo settore: buona parte delle macchine sviluppate finora deriva dalla modifica di attrezzature agricole destinate ad altre lavorazioni (generalmente trinciasarmenti o imballatrici) ed è progettata per raccogliere da terra le potature già disposte in andana, condizionandole poi in modo opportuno. Il cantiere più adatto a ciascun caso dipende da vari fattori, e in particolare da:

- condizioni del terreno e in particolar modo dalla sua giacitura. Solo le macchine più compatte possono operare nei terrazzamenti, inaccessibili agli altri modelli. Su terreni piani o moderatamente pendenti invece è possibile entrare con tutti i tipi di attrezzatura;

- sesto d’impianto e forma di allevamento. Nei vigneti, lo spazio tra le file e la forma di allevamento possono costituire altrettanti fattori limitanti. L’ingombro delle attrezzature più comuni rende difficile l’accesso negli impianti dove le file distano meno di 3 m e in quelli allevati a tendone o a pergola;
- ampiezza delle capezzagne. La manovra delle macchine giunte a fine fila richiede la disponibilità di capezzagne sufficientemente ampie, adeguate al cantiere utilizzato. Sono anche necessari spazi per il trasferimento del prodotto sui mezzi adibiti al trasporto o per lo scarico a terra;
- caratteristiche delle potature. Le dimensioni massime delle potature condizionano il tipo di tecnologia impiegata, perché non tutte le macchine hanno la stessa capacità diametrica. Le piccole trinciaccaricatrici possono trattare un diametro massimo di circa 5 cm, mentre le macchine industriali accettano facilmente anche diametri maggiori. La quantità di potature per unità di superficie è un altro fattore importante, che condiziona la possibilità di impiego delle macchine e la produttività conseguibile. Andane troppo magre impediscono il raggiungimento di buoni livelli produttivi. Anche la disposizione delle potature ha un ruolo importante nel successo della raccolta: per facilitare il lavoro delle macchine e ridurre le perdite, le potature devono essere concentrate ordinatamente al centro dell’interfila.

Tecniche di recupero

In linea generale possiamo descrivere le seguenti tecniche principali di recupero:

Imballatura in campo

L’imballatura è una tecnica di lavorazione adatta al residuo legnoso sottile altrimenti difficile da manipolare. Essa consente di organizzarlo in unità omogenee, facilitandone la movimentazione e lo stoccaggio.

Il mercato offre da anni modelli efficienti e collaudati, sviluppati a partire da normali presse da foraggio. Le imballatrici esistenti si possono distinguere in tre gruppi: le piccole imballatrici parallelepipedo, le rotoimballatrici leggere e quelle industriali (Foto 1-3).

Le piccole imballatrici parallelepipedo sono delle pressa-foraggi modificate, che confezionano balle parallelepipedo tramite un normale dispositivo a stantuffo con moto rettilineo alternativo. Sono macchine leggere, applicate ad un trattore agricolo da 40-60 kW e capaci di lavorare su un fronte di un metro - un metro e mezzo. Le balle hanno dimensioni variabili, ma tutte vicine ai valori standard di 45 x 35 x 70 cm.

A queste dimensioni corrisponde un peso di circa 20 kg, in funzione anche del contenuto di umidità del materiale raccolto. Tra le marche più note ricordiamo la Lerda, con i modelli L 900 e L 1100. La produttività di queste macchine dipende dal modello, dal tipo di coltura trattata e dalle condizioni di lavoro. Si va da 600 a 1000 balle al giorno con una squadra composta da due operatori, uno che conduce il trattore e l'altro che agevola la raccolta con un forcone. Il prezzo di un'attrezzatura di



Foto 1 - Imballatrice parallelepipedo

questo tipo varia da 8 a 15.000 € a seconda del modello.

Le rotoimballatrici leggere utilizzano lo stesso principio di funzionamento dei modelli standard, ma cercano di rimediare ai problemi di ingombro attraverso una generale miniaturizzazione: il peso della macchina infatti è ridotto ad un quinto e l'azionamento avviene tramite un piccolo trattore da frutteto capace di erogare 25-30 kW. Alcuni modelli possono addirittura essere applicati ad un motocoltivatore per entrare anche negli interfila più stretti.

A seconda del tipo di materiale, le balle pesano da 30 a 40 kg. Una macchina di questo tipo è alla portata di tutte le aziende, che possono anche utilizzare in proprio le balle tal quali, grazie alla disponibilità di piccoli bruciatori autonomi, appositamente costruiti per essere alimentati con le balle cilindriche. Tra le marche più note ricordiamo la CAEB e la TGF. La macchina è servita da un solo operatore e raggiunge una produttività oraria di 1.6 t s.s./ora, a fronte di prezzo intorno ai 10-12.000 €. Anche le rotoimballatrici industriali impiegate per raccogliere i residui di potatura derivano da attrezzature agricole modificate.



Foto 2 - Rotoimballatrice leggera



Foto 3 - Rotoimballatrice di tipo industriale



Foto 4 - Carico manuale di balle parallelepipedo

La differenza è che qui si tratta di grosse attrezzature da impiegarsi esclusivamente in impianti moderni e razionali, anche perché le notevoli dimensioni del cantiere richiedono spazi di manovra adeguati. Il diametro delle balle è compreso tra 1 metro e 1 metro e mezzo, per un



Foto 5 - Movimentazione di balle cilindriche

volume totale di 1-2 m³ a seconda dei modelli. Il peso unitario delle balle varia da 200 a 500 kg, a seconda del modello, della regolazione e del tipo di materiale raccolto. Tutte le funzioni dell'imbattrice sono controllate da un computer, azionato direttamente dal trattorista che effettua da solo tutto il lavoro. Queste macchine possono essere azionate da un trattore da 60 kW e raggiungono una produttività compresa tra 2 e 4 t s.s./ora.

I modelli più noti sono la Lerda 110 e la Welger RP 320. Il loro prezzo si aggira intorno ai 35.000 €.

In linea generale le imbattrici sono molto efficienti mentre il loro principale punto debole sta nella movimentazione delle balle, piuttosto che nell'imbattatura in sé.

Allo stato attuale mancano ancora le tecnologie per razionalizzare la raccolta delle balle, che generalmente è effettuata a mano o con trattori muniti di forca (Foto 4-5).

Trinciatura in campo

La tecnica è estremamente interessante, perché consente di "fluidifi-

care” la biomassa, semplificandone la movimentazione. Inoltre, il trinciato può essere consumato direttamente in caldaie ad alta efficienza energetica, mentre le balle possono alimentare solo caldaie tradizionali a bassa resa a meno di non essere trinciate, subendo quindi un’ulteriore lavorazione. In Italia le trinciacaricatrici si sono affermate solo recentemente e in genere derivano dalla modifica di trinciasarmenti commerciali cui è stato applicato un dispositivo per la raccolta del trinciato. La distinzione principale tra i diversi modelli disponibili sta nella derivazione della macchina e nel carattere industriale o semi-industriale del relativo cantiere.

Le trinciasarmenti modificate sono normali trinciasarmenti a mazze a cui è stato applicato un contenitore ribaltabile verso cui mandare il materiale trinciato. Infatti, oltre a trinciare i sarmenti il rotore a mazze produce un flusso d’aria in grado di spingere il trinciato verso il contenitore ribaltabile con capacità compresa tra i 2 e i 7 m³ (Foto 6). Taluni costruttori hanno sostituito il cassone con sacchi in tela (tipo Big Bag) o bin (Foto 7), mentre altri hanno riprogettato la macchina dotandola di una ventola e di un tubo di lancio per avviare il trinciato al cassone di un rimorchio affiancato. Quest’ultima opzione costituisce un cantiere più ingombrante, ed è adatta agli impianti industriali in terreno pianeggiante. In ogni caso, la potenza richiesta varia dai 40 ai 70 kW in funzione del modello e il diametro massimo trattato si aggira intorno ai 5 cm.

Taluni costruttori hanno applicato alla macchina un pick-up frontale che solleva i sarmenti prima di inviarli alle mazze: originariamente questa configurazione era stata sviluppata per la trinciatura su terreni sassosi, con lo scopo di mantenere le mazze rialzate da terra ed evitare il contatto con le pietre che possono danneggiare le mazze o compromettere l’equilibratura del rotore. La lavorazione sopraelevata evita la contaminazione del legname da parte di erba e terra, con risultati favorevoli sulla qualità del cippato e sulla sua conservazione, visto che il rischio di fermentazione del prodotto è tanto maggiore quanto più elevato è il contenuto della frazione verde.



Foto 6 - Trinciacaricatrice con benna ribaltabile



Foto 7 - Trinciacaricatrice con bin

Tra le principali marche che offrono questo tipo di attrezzature si contano: Berti, B3, Dragone, Nobili, Omarv, Peruzzo, Seppi, TiErre, Ubaldi. Si tratta sempre di cantieri semi-industriali condotti da un solo operatore e capaci di conseguire una produttività compresa tra le 0.6 e le

0.9 t s.s./ora, a fronte di un costo orario stimato intorno a 40 €/ora. Il prezzo dell'attrezzatura è variabile e oscilla tra i 10.000 e i 20.000 €. Le trinciacaricatrici industriali sono macchine costruite apposta per trattare i residui di potatura, in genere a partire da una cippatrice a disco o a tamburo. Queste macchine possono essere semoventi o applicate a un trattore agricolo, ma richiedono sempre potenze elevate, intorno ai 150 kW. Una caratteristica fondamentale di queste macchine è l'applicazione frontale, che le rende capaci di trattare anche le andane più alte, dove è impossibile impiegare attrezzature retroportate. In genere queste macchine sono inadatte all'impiego nei vigneti, dove manca sia lo spazio che la concentrazione di residuo necessarie ad ottenere un risultato soddisfacente.

Triturazione o cippatura in capezzagna

Si tratta di una modifica del vecchio sistema impiegato negli anni passati per disfarsi dei residui di potatura, che consisteva nel concentramento del materiale a bordo campo e nella successiva bruciatura. Nel caso specifico, si sostituisce la bruciatura con la triturazione (Foto 8), ottenendo al contempo lo smaltimento del residuo e la sua valorizzazione commerciale. Normalmente, il concentramento in capezzagna è effettuato dallo stesso proprietario del fondo, impiegando uno dei trattori usualmente utilizzati per le altre lavorazioni: in questa occasione, il trattore è equipaggiato con una forca frontale per spingere i sarmenti fino alla capezzagna.

Il vantaggio di questo sistema sta nella notevole flessibilità, perché il proprietario può svolgere l'operazione nel momento più opportuno ed eventualmente quando non ha altri lavori da fare. Il proprietario ha pieno controllo di tutte le operazioni fatte nel suo impianto, e non deve preoccuparsi che altri possano danneggiare le piante a causa di manovre frettolose o approssimative. La produttività ottenibile in questa fase è di 0.5 - 0.7 t s.s./ora, in funzione della lunghezza dei filari e della quantità di potature presenti sul terreno. Se il lavoro non è effettuato a tempo morto, il costo orario oscilla intorno ai 35 €. La cosa



Foto 8 - Trituratore mobile, da impiegare in capezzagna

più importante è che il trattorista faccia attenzione a non sporcare i sarmenti, calpestandoli con le ruote del trattore o sollevando terra con i denti della forca.

La triturazione può essere effettuata con un tritatore a martelli, anche in vista di una possibile contaminazione con terra o sassi - che in una certa misura è inevitabile - nonostante tutte le attenzioni del trattorista. I modelli con imboccatura a vasca sono probabilmente i più adatti a questo lavoro, perché in grado di digerire abbastanza facilmente anche il materiale disposto in modo disordinato. In ogni caso, la macchina deve essere alimentata con una gru idraulica, incorporata al tritatore o montata su un altro mezzo di appoggio.

Vista l'ampiezza limitata delle capezzagne è preferibile impiegare trituratori relativamente compatti, magari azionati da un trattore con potenza di circa 100-120 kW. Una macchina così leggera può raggiungere una produttività di 2-3 t s.s./ora, a fronte di un costo orario variabile intorno agli 80 €. Macchine di questo tipo sono offerte - tra gli altri - da Caravaggi, FAV, Gandini, Greentechnik e Pezzolato, ad un costo di circa 80.000 €, incluso il motore autonomo e la gru. In ogni caso,

il trituratore leggero è una macchina molto versatile, che può essere impiegata non solo per lavorare i residui di potatura ma anche per tritare un'ampia varietà di scarti verdi o legnosi disponibili in azienda o presso le aziende vicine.

Un cantiere per Avio

I sopralluoghi e gli incontri condotti nell'ambito del progetto hanno consentito di caratterizzare i vigneti afferenti alla Cantina Viticoltori in Avio, così da poter scegliere e dimensionare adeguatamente il cantiere di raccolta. Innanzitutto, si è deciso di scartare la triturazione in capezzagna perché mancano gli spazi per un eventuale stoccaggio e lavorazione dei sarmenti sfusi. Per questo motivo il sarmento deve essere condizionato direttamente nel vigneto, da cui deve uscire già compattato e facilmente manipolabile. In secondo luogo si è deciso di escludere l'imbballatura, che al momento risulta efficace solo nel caso dell'autoconsumo perché mancano ancora soluzioni efficienti per la movimentazione delle balle.

Per garantire una maggiore sicurezza ambientale è preferibile avviare la biomassa ad impianti centralizzati più facilmente controllabili e questo richiede una logistica di movimentazione e trasporto particolarmente efficiente. Proprio la necessità di ottimizzare la movimentazione ha indirizzato la scelta verso le trinciatrici dotate di benna ribaltabile, che al momento costituiscono il sistema più sicuro per ottenere una movimentazione efficiente su scala industriale o semi-industriale. Questo non vuole escludere in modo assoluto le altre modalità di movimentazione del trinciato (big bag o bin), che pure comportano alcuni vantaggi e sembrano promettenti. Tuttavia, attualmente mancano studi di dettaglio circa queste alternative, che restano relativamente poco conosciute: l'impiego di benne ribaltabili invece è ampiamente collaudato ed offre tutte le garanzie necessarie.



Foto 9 - Cantiere tipo per l'uso nella zona di Avio

In linea di massima il cantiere da impiegare sul territorio di Avio sarebbe costituito da due trattori da 85 CV, dotati rispettivamente di una trincia-caricatrice con benna ribaltabile da 1.5-1.7 m³ e di un rimorchio agricolo con sovrasponde, capace di contenere almeno 8 m³ di trinciato (Foto 9). Le due macchine sarebbero azionate alternativamente da un unico operatore, secondo lo schema operativo illustrato di seguito:

- l'operatore carica il trattore con la trinciaraccogliatrice sul rimorchio agganciato al secondo trattore e si porta sulla zona di lavoro;
- scarica il trattore con la trinciaraccogliatrice, parcheggia quello con il rimorchio ed inizia a lavorare, scaricando la benna della trinciaraccogliatrice nel rimorchio;
- quando il rimorchio è pieno, arresta il lavoro di raccolta, conduce il rimorchio al centro di stoccaggio (cantina, impianto di teleriscaldamento), scarica il trinciato nel piazzale e torna sul posto di lavoro per continuare la raccolta;
- terminato il campo e scaricato l'ultimo rimorchio, carica nuovamente il trattore con la trinciaraccogliatrice sul rimorchio e raggiunge il nuovo appezzamento da trattare. In alternativa, se i vari appezzamenti sono

vicini, può condurre sul nuovo appezzamento il rimorchio semipieno per evitare viaggi parziali. Questa soluzione implica il ritorno all'appezzamento precedente per recuperare il trattore con la trinciaraccogliatrice.

Produttività e costi

La produttività e i costi di produzione relativi al cantiere appena illustrato sono stati stimati in due fasi distinte.

Innanzitutto sono stati acquisiti i dati tipici dei vigneti afferenti alla Cantina Viticoltori in Avio, ed in particolare: le dimensioni medie degli appezzamenti, la loro dotazione di biomassa, il numero e la lunghezza delle file e la distanza dalla Cantina, verso cui ipoteticamente può essere convogliato il materiale raccolto. Questi dati sono illustrati in tabella 1. In una seconda fase, questi dati sono stati immessi in un modello di calcolo dei tempi di lavoro e dei relativi costi, basato sugli studi precedenti effettuati dal CNR e modificato in collaborazione con gli specialisti della Fondazione per riflettere meglio le condizioni tecniche ed economiche della Vallagarina. Per quanto riguarda la fase di trinciatura e raccolta, il calcolo effettuato è illustrato in tabella 2.

Per quanto riguarda invece il trasporto in Cantina del materiale, la stima del tempo impiegato è riportata in tabella 3, dove si contempla l'ipotesi del riempimento totale dei rimorchi attraverso lo spostamento dei rimorchi semipieni verso i successivi appezzamenti da trattare, anche

Tab. 1 - Caratteristiche dell'appezzamento medio

Superficie	ha	1.15
Biomassa	q	25
Forma allevamento		pergola
Interfila	m	3.7
File	n	10
Distanza Cantina	km	4.2

Tab. 2 - Tempo impiegato per la raccolta, trinciatura e travaso di 25 q di trinciato (1.15 ha): dati di base

Kg capienza benna	305	
N° benne per 1.15 ha	8	
min/q raccolta	2.2	
min/volta	0.59	
min/100 m a vuoto	1	
min/scarico	1.96	
% tempi morti sul netto	20	
Fase	min/ 1.15 ha	min/benna
Raccolta	55.00	6.71
Volta	18.77	2.29
A vuoto	11.03	1.35
Scarica	16.04	1.96
Tempi morti	20.17	2.46
Totale min	121.00	14.76
Totale ore	2.0	0.25

Tab. 3 - Tempo impiegato per il trasporto in Cantina di 25 q di trinciato (1.15 ha): dati di base

Portata	m3	8
Portata	kg	1600
Viaggio vuoto	km/h	21
Viaggio carico	km/h	15
Scarico	min	2.00
Tempi morti	% netto	20
Distanza	km	4.2
Viaggi/1.15 ha	n°	1.5
Fase	a viaggio	
Viaggio vuoto	ore	0.20
Viaggio carico	ore	0.28
Scarico	ore	0.03
Tempi morti	ore	0.10
Totale	ore	0.61
Totale/1.15 ha	ore	0.96

Tab. 4 - Tempo impiegato per il trasferimento del cantiere tra appezzamenti adiacenti: dati di base

Viaggio trattori	km/h	25
Viaggio scarico	km/h	20
Tempi morti	% netto	40
Distanza	km	2
Fase	a trasferimento	2.00
Viaggio trattori (2)	ore	0.16
Viaggio bici (1)	ore	0.10
Tempi morti	ore	0.10
Totale	ore	0.36

in considerazione della relativa vicinanza tra gli stessi.

Infine, la stima del tempo impiegato per il trasferimento del cantiere tra i diversi appezzamenti è illustrata in tabella 4, dove pure vale l'ipotesi del riempimento totale dei rimorchi attraverso lo spostamento dei rimorchi semipieni verso i successivi appezzamenti da trattare e il recupero del secondo trattore effettuato tramite il ritorno dell'operatore all'appezzamento appena terminato.

Il calcolo del costo di raccolta e conferimento è effettuato moltiplicando le ore di lavoro per i rispettivi costi orari. Questi sono stati stimati



Foto 10 - Scarico del trinciato in azienda

Tab. 5 - Calcolo del costo orario delle macchine

Ipotesi di base	Trattore 85 CV - Lavoro	Trincia Raccogl.	Rimorchio	Trattore 85 CV - Fermo
Prezzo d'acquisto a Gennaio 2008 (P, €)	44000	13450	8000	44000
Contributo pubblico (%)	20	20	20	20
Investimento da ammortare	35200	10760	6400	35200
Potenza motore (hp)	85	0	0	85
Durata di servizio (anni)	10	10	10	10
Valore di recupero, % P	20%	20%	20%	20%
Riparazioni e manutenzione % dell'ammortamento	80%	80%	80%	80%
Interesse sul capitale	4%	4%	4%	4%
Assicurazione e tasse, % dell'IMA	4%	4%	4%	4%
Consumo combustibile (l/h)	7	0	0	0
Prezzo del combustibile (€/l)	1.0	0.0	0.0	1.0
Olio e lubrificante, % del costo combustibile	37%	37%	37%	37%
Costo dell'operatore (€/h)	13	0	0	13
Personale (Unità)	1	0	0	0
Impiego annuale macchina (h/anno)	800	400	800	800
Valore di recupero (€)	7040	2152	1280	7040
Investimento Medio Annuale (€/anno)	22528	6886	4096	22528
Costi Fissi				
Ammortamento annuo (€/anno)	2816	861	512	2816
Interessi (€/anno)	901	275	164	901
Assicurazione e tasse (€/anno)	901	275	164	901
Costi Fissi Annuali (€/anno)	4618	1412	840	4618
Costi Fissi per ora (€/ora)	5.77	3.53	1.05	5.77
Costi Variabili				
Costo combustibile (€/ora)	7.00	0.00	0.00	0.00
Costo lubrificante (€/ora)	2.59	0.00	0.00	0.00
Costo riparazioni e manutenzione (€/ora)	2.82	1.72	0.51	1.41
Costo del personale addetto (€/ora)	13.00	0.00	0.00	0.00
Costi Variabili per ora (€/ora)	25.41	1.72	0.51	1.41
Costo Totale Operativo	31.18	5.25	2	7.18
Spese generali %	20.00	20.00	20	20.00
Spese generali €	6.24	1.05	0.3	1.44
Costo effettivo al cliente	37.4	6.6	2	9

per ciascuna macchina in due modalità distinte: “lavoro” ed “attesa”. La seconda modalità vale per la macchina disponibile ma non utilizzata, come nel caso del trattore con rimorchio mentre quello con la trincia-raccogliitrice lavora, o del trattore con la trinciaraccogliitrice mentre quello con il rimorchio effettua la movimentazione del materiale o il trasferimento del cantiere.

Per la modalità “attesa” si sono considerati i soli costi fissi, escludendo i consumi di combustibile e lubrificante e il costo della manodopera. Il costo della manutenzione è stato invece dimezzato nell’ipotesi che una macchina inutilizzata non si rompa, ma comunque subisca un minimo di usura. I costi orari stimati per le quattro macchine sono illustrati in tabella 5.

Bilancio economico ed energetico

Impiegando questi dati, è possibile effettuare il calcolo del costo di raccolta e conferimento dei sarmenti presso la Cantina Viticoltori in Avio illustrato in tabella 6. La tabella riporta sia il costo totale brutto dell’operazione di recupero che il costo evitato di smaltimento, nell’ipotesi che questo sia effettuato secondo la modalità più semplice

Tab. 6 - Costo del recupero dei sarmenti da un appezzamento di 1.15 ha

Per 1.15 ha	Tempo	Trincia	Rimorchio	Costo	Costo
Fase lavoro	ore	€/ora	€/ora	€	€/q
Raccolta	2.0	44	10	109	4.4
Trasporto	0.96	15	39	52	2.1
Trasferimento	0.36	15	39	20	0.8
				€/q	7.3
Costo alternativo dello smaltimento (trinciatura)					
Euro (75 €/ha)	86				
q	25				
€/q	3.5				
Detratto del risparmio nel costo di smaltimento				€/q	3.8

ed economica (trinciatura in campo). Risulta evidente il ruolo del costo evitato nel determinare l'economicità dell'operazione, che a queste condizioni diventa molto interessante.

Infine, per quanto riguarda il bilancio energetico, si può effettuare la seguente valutazione di massima, basata su un consumo di 20 l di gasolio per 25 q di cippato prodotto. Considerando che un quintale di cippato al 40% di tenore idrico ha un contenuto energetico di 281 kWh e che un litro di gasolio libera invece 11 kWh, si ottiene un bilancio energetico di 32:1. Questo rapporto è da considerarsi nettamente favorevole, anche perché è ottenuto senza includere nel calcolo il gasolio eventualmente consumato nella trinciatura in campo, che costituisce l'alternativa al recupero dei sarmenti. Se si includesse anche il valore del gasolio risparmiato (stimato a 8 l per 1.15 ha), il bilancio energetico diventa ancora più favorevole, superando la soglia di 50:1.

Va ricordato che nel medio periodo si può ovviare all'asportazione dei sarmenti con altre operazioni (sovescio autunnale) per ripristinare il bilancio della sostanza organica. Tali interventi (lavorazione del terreno, semina e trinciatura primaverile del sovescio) comportano dei costi analoghi o superiori a quello della trinciatura dei sarmenti in campo ma permettono altri vantaggi.

Scelta della macchina

La giornata dimostrativa del 12 febbraio 2008 ha consentito di presentare agli agricoltori un'ampia varietà di macchine e al contempo di verificare taluni aspetti fondamentali indispensabili per la scelta dell'attrezzo che risponde meglio alle necessità della cantina.

Si è già affermato in precedenza che la macchina ritenuta più idonea alle specifiche condizioni di lavoro della zona doveva essere una trinciaraccogliitrice munita di pick-up e di benna incorporata ribaltabile.

Studi precedenti hanno già ampiamente dimostrato che i diversi modelli che presentano queste caratteristiche raggiungono più o meno la stessa

Tab. 7 - Caratteristiche delle macchine poste a confronto

Casa produttrice	Modello	Utensile	N° Utensili	Pick-up	Vaglio
Berti	Picker C140	mazze	18	SI	SI
Dragone	AB 220	mazze	24	NO	NO
Nobili	TRP145RT	mazze	20	SI	NO
Peruzzo	Cobra Collina	coltelli	16	SI	NO
Tierre	Futura Maxi 60	mazze	28	SI	NO
Ubaldi	mod. R10-140	mazze	14	SI	NO

produttività. Nessuno studio però ha ancora confrontato la qualità del trinciato prodotto dai diversi modelli. Per questo motivo, CNR e FEM- IASMA hanno effettuato un confronto diretto tra i diversi modelli elencati e descritti in tabella 7. Nel corso delle prove sono stati prelevati 5 campioni di trinciato di almeno 500 g per ciascuna macchina.

Il prelievo è stato effettuato ad intervalli regolari, assemblando porzioni diverse di ciascun carico campionato. In totale sono stati raccolti 30 campioni, che sono stati portati in laboratorio e immagazzinati in una stanza ventilata per ridurre l'umidità: questo ha reso la vagliatura più semplice, limitando l'eccessiva conglomerazione del materiale.

Pochi giorni dopo, tutti i campioni sono stati fatti passare in vagli di 5 diverse misure, in base alle indicazioni contenute nella raccomandazione CTI SC09 R03/01, che riflette il lavoro svolto a livello europeo da varie organizzazioni nazionali con lo scopo di produrre norme comuni per la classificazione merceologica dei biocombustibili solidi (diverse ormai già approvate in ambito CEN). Le particelle sono state così separate in 6 classi dimensionali: < 3mm, 3-15 mm, 16-45 mm, 46-63 mm, 64-100 mm e > 100 mm. Le frazioni passate attraverso i vagli sono state pesate con una bilancia di precisione e i risultati sono stati organizzati in un foglio elettronico per essere sottoposti ad analisi statistica. L'elaborazione è consistita nell'analisi della varianza, eseguita con il collaudato metodo di Fisher, che è generalmente affidabile quando si confronta un numero identico di campioni (qui sempre 5 per ciascun caso).

Su tutti i campioni è stata effettuata anche la determinazione dell'umidità, utilizzando il metodo gravimetrico previsto dalla norma CEN/TS 14774-2, ed ottenendo sempre valori oscillanti intorno al 40% su base fresca. I risultati dei test sono illustrati in tabella 8, dopo aver raggruppati le varie frazioni in tre insiemi funzionali: sovramisura, commerciale e polveri. Nella prima classe rientra tutto il materiale con pezzatura maggiore di 45 mm, nella seconda quello con pezzatura compresa tra 3 e 45 mm e nella terza la frazione fine con pezzatura inferiore ai 3 mm. Per quanto riguarda la produzione di pezzatura commerciale, si evidenziano tre classi: nella più alta rientrano Nobili e Peruzzo, il cui trinciato contiene una frazione di materiale commerciale prossima all'80%.

In quella intermedia si posizionano Berti, Terre e Ubaldi, con un prodotto costituito per il 60-70% da pezzatura commerciale. Tra le tre, la macchina di Berti sembra essere la migliore, ma la differenza riportata in tabella non ha retto la verifica dell'esame statistico e quindi non può essere considerata vincolante. Molto distanziata la Dragone, che occupa da sola la terza classe, con il 3% di frazione commerciale sul totale del prodotto. Anche per la frazione sovramisura, l'analisi statistica ha delineato tre classi. Nella migliore si piazzano a pari merito Berti, Nobili e Peruzzo, le cui macchine producono meno del 20% di materiale sovramisura. Quella intermedia è occupata da Terre ed Ubaldi, con circa il

Tab. 8 - Percentuali di prodotto (in peso) distribuite tra le differenti frazioni

Macchina	Frazione		
	Sovramisura	Commerciale	Polvere
	> 45 mm	45-3 mm	< 3 mm
Berti	22.3 a	68.8 b	8.9 b
Dragone	65.0 c	30.9 c	4.1 a
Nobili	18.8 a	78.0 a	3.2 a
Peruzzo	19.5 a	78.2 a	2.3 a
Tierrev	31.5 b	63.7 b	5.0 a
Ubaldi	34.5 b	62.1 b	3.4 a

Nota - lettere diverse denotano differenze statisticamente significative in base al test Fisher PLSD per $\alpha = 5\%$



Foto 11 - Confronto visivo tra il prodotto di due diverse macchine

30% di quota sovramisura. In quella inferiore sta ancora Dragone, con un trinciato che per oltre la metà è costituito da particelle più lunghe di 45 mm.

Sulla frazione fine invece l'analisi evidenzia una situazione piuttosto omogenea: ad eccezione della Berti, tutte le macchine producono dal 3 al 4% di polveri, senza differenze significative tra i vari modelli. Solo la Berti produce un quantitativo maggiore, quasi doppio rispetto agli altri modelli: questo spiega perché il trinciato di Berti contenga una minore proporzione di prodotto commerciale nonostante l'eccellente risultato

conseguito nella riduzione della frazione sovramisura, dove questa macchina si piazza nella classe migliore.

Questo test preliminare comunque permette di affermare che esistono ormai macchine capaci di produrre un trinciato di qualità accettabile, anche a partire da un materiale relativamente difficile da trattare come il sarmento di vite. Nella maggior parte dei casi la quota di particelle sovramisura è abbastanza contenuta e questo costituisce un dato importante visto che è la frazione sovramisura a preoccupare di più i gestori dei piccoli impianti. Anche il risultato non brillante ottenuto da Dragone va valutato in prospettiva: esso deriva quasi sicuramente dall'assenza di un pick-up in grado di fare una prima cernita del materiale in entrata e tale assenza è voluta dallo stesso costruttore che vuole offrire una macchina essenziale, più semplice, leggera ed economica delle altre attrezzature provate nel nostro esperimento: sarebbe davvero molto difficile riuscire a conciliare questi obiettivi con la produzione di un trinciato di qualità. D'altra parte, nessuno sostiene che un trinciato di pezzatura irregolare vada per forza buttato: semplicemente seguirà un'altra destinazione, e sarà valorizzato in modo differente.

Per quanto riguarda la scelta della macchina, sembra ipotizzabile l'acquisto di macchine attrezzate con benna ribaltabile e pick-up (Berti o Peruzzo).

Conclusioni

Le proprietà afferenti alla Cantina Viticoltori in Avio sono caratterizzate da una elevata frammentazione, che complica i problemi già posti dalla forma di allevamento e dalla generale mancanza di spazi per la manovra dei mezzi e per lo stoccaggio del materiale. Questo impone il ricorso a macchine compatte, capaci di entrare sotto la pergola e condizionare il sarmento direttamente nel vigneto, da cui la biomassa deve uscire già compattata e facilmente manipolabile. La soluzione individuata in questo studio consiste in un cantiere semplificato, basato su macchine già disponibili presso le aziende e i contoterzisti locali, ad eccezione della trinciacaricatrice, che può

essere acquisita con un investimento non superiore ai 15.000 €.

Un cantiere di questo tipo può raccogliere il sarmento, condizionarlo e conferirlo presso la Cantina Viticoltori in Avio (od altro centro di raccolta posto nelle vicinanze) ad un costo totale poco superiore ai 7 €/q. Questa cifra potrebbe essere compatibile con il valore energetico della biomassa prodotta, ma è sicuramente superiore all'attuale prezzo di mercato del cippato, che raggiunge a malapena i 5 €/q. Tuttavia, la raccolta del sarmento evita il costo relativo al suo eventuale smaltimento, che nel migliore dei casi supera i 3.5 €/q. Pertanto, se si considera il costo evitato di smaltimento, il costo reale del recupero viene dimezzato e l'operazione diviene sicuramente conveniente. Di conseguenza, il punto cruciale sta nella possibilità di ottenere un qualche riconoscimento economico per il servizio di smaltimento offerto all'agricoltore. Questo sarebbe molto semplice se il lavoro di trinciatura dei sarmenti fosse già eseguito da contoterzisti, i quali continuerebbero a richiedere come d'uso il compenso per il servizio effettuato e dovrebbero solo cambiare la modalità di esecuzione del lavoro, passando dalla trinciatura in campo alla trinciatura con recupero. In tal caso, i contoterzisti che riuscissero a vendere il trinciato anche a 4.5 €/q, otterrebbero un guadagno di circa 20 €/ha, con un incremento di circa un terzo sul ricavo ottenuto normalmente dal servizio effettuato con il sistema tradizionale. Diversa la situazione se

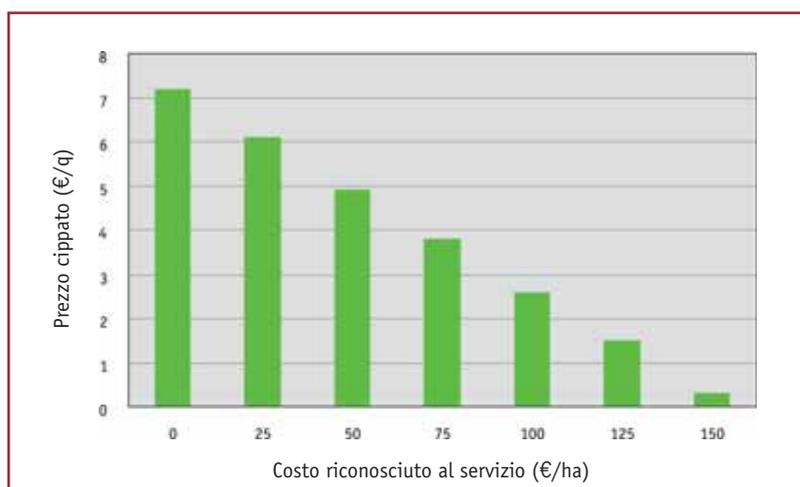


Fig. 1 - Rapporto tra costo riconosciuto allo smaltimento e prezzo del cippato

il lavoro è effettuato in proprio dagli agricoltori, magari a tempo morto e con risorse marginali. In tal caso potrebbe prevedersi il conferimento del materiale presso un centro di raccolta a fronte di un pagamento concordato e comunque inferiore a quello che dovrebbe essere corrisposto all'imprenditore che deve compensare esattamente tutti i fattori di produzione a prezzo di mercato. Eventualmente la Cantina potrebbe acquisire una trinciaraccogliitrice da mettere a disposizione dei proprietari, così da renderli capaci di effettuare il recupero con un minimo di efficienza. Qui il prezzo corrisposto al cippato deriverà soprattutto dalla capacità negoziale dei diversi soggetti coinvolti, più che da un calcolo esatto dei costi di raccolta. In ogni caso, il prezzo non potrà essere superiore ai 3.8 € offerti al contoterzista secondo quanto indicato in tabella 6.

Il grafico in figura 1 illustra il rapporto tra il costo evitato riconosciuto allo smaltimento dei sarmenti e il prezzo minimo alla consegna (franco cantina) cui è possibile vendere il trinciato. Questo prezzo è pari a 7.2 €/q nel caso in cui al servizio di smaltimento non venga riconosciuto alcun compenso: qui l'agricoltore si libera senza spese del sarmento ed incamera tutto il beneficio del recupero meccanizzato. All'altro estremo è il caso in cui sia necessario rimuovere i sarmenti dal campo per motivi fitosanitari o per evitare l'eccessivo accumulo di trinciato indecomposto sulle capezzagne: qui il costo dell'eliminazione è particolarmente elevato, e se questo venisse interamente riconosciuto e scontato dal prezzo del cippato, si arriverebbe addirittura al conferimento quasi gratuito del materiale. Tra questi due estremi esistono una varietà di situazioni, che dipendono essenzialmente dalle condizioni negoziali e da valutazioni in ordine alla sostenibilità economica ed ambientale dell'operazione.

Per quanto riguarda il tipo di macchina più adatto alle condizioni dei vigneti afferenti alla Cantina Viticoltori in Avio, la scelta ideale è rappresentata da una trinciaraccogliitrice munita di pick-up e benna ribaltabile e in questa classe le macchine migliori sembrano essere quelle prodotte da Berti e da Peruzzo. Infine, per quanto riguarda il bilancio energetico, il recupero dei sarmenti supera brillantemente qualsiasi esame, in quanto restituisce almeno 30 unità per ogni unità consumata.



CARATTERISTICHE DELLA BIOMASSA COSTITUITA DAI TRALCI DI VITE: PRESENZA DI RESIDUI DI FITOFARMACI ED EVOLUZIONE DEI LIVELLI DI UMIDITÀ

*Enzo Mescalchin**

Premessa

Trattandosi di una coltura agraria, anche la vite è soggetta ad una serie di interventi fitosanitari. Va premesso che in provincia di Trento, dal 1990 è attivo un Protocollo di Autodisciplina per la Produzione Integrata in Viticoltura che disciplina le possibilità di utilizzo dei diversi fitofarmaci ammessi sulla vite limitandone il numero e le epoche di impiego. In quasi 20 anni di applicazione questa autodisciplina ha permesso di rendere più omogenei i comportamenti in vigneto, contribuendo all'eliminazione dei prodotti dotati di maggiore tossicità.

In ambito provinciale, le malattie più diffuse sono peronospora, oidio e bottrite tra le crittogame mentre tra gli insetti i più pericolosi sono le tignole. Riguardo a quest'ultimo problema, l'applicazione della tecnica della confusione sessuale, che comporta la distribuzione in vigneto di diffusori di sostanze odorose per impedire l'accoppiamento delle tignole, ha comportato un radicale miglioramento della sostenibilità della coltura, rendendo in pratica possibile nella generalità dei casi la coltivazione della vite senza il ricorso ad insetticidi chimici di sintesi.

La provincia di Trento, grazie all'adesione convinta degli operatori rappresentati dal Consorzio Tutela Vini del Trentino, al capillare lavoro di monitoraggio e controllo territoriale dei tecnici del Centro Trasferimento Tecnologico di FEM-IASMA ed al sostegno dell'Ente pubblico, rappre-

*Unità Sperimentazione agraria e agricoltura sostenibile, Fondazione E. Mach-IASMA, S. Michele all'Adige - Trento

sentata con circa 9.000 ettari la zona dove questo metodo di controllo alternativo agli insetticidi, ammesso anche in agricoltura biologica, ha trovato da diversi anni la massima diffusione a livello nazionale.

Superfici analoghe si trovano solo in Germania (circa 50.000 ettari in totale), in Spagna (circa 15.000 ha) e in alcune zone della Francia (Champagne). Se per quanto riguarda gli insetticidi la situazione può considerarsi in generale favorevole a livello locale, si è voluto comunque indagare la presenza di residui di fitofarmaci sulla superficie dei tralci anche in relazione alla possibile presenza di tracce di fungicidi. Questi prodotti infatti vengono utilizzati in un intervallo temporale relativamente prolungato e alcuni principi attivi vengono utilizzati più di una volta nell'arco della stagione.

Lavori preliminari

Un'iniziativa preliminare e propedeutica al presente studio era stata intrapresa in maniera informale su sollecitazione degli autori presso il Laboratorio FEM-IASMA nell'inverno 2006-2007.

In quell'occasione erano stati prelevati tralci di potatura da una serie di vigneti caratterizzati da diversa gestione (convenzionale o biologica) e modalità di allevamento (pergola o controspalliera). Le analisi, analoghe a quelle eseguite sui campioni di uva alla vendemmia nell'ambito del citato Protocollo di Autodisciplina per la Produzione Integrata in viticoltura, avevano interessato i tralci e le ceneri derivate dalla loro combustione.

Pur nella incompletezza dell'indagine, queste analisi preliminari avevano evidenziato sui tralci prelevati in inverno la presenza media di 5 diversi principi attivi, con un minimo di 3 e un massimo di 8.

In questo conteggio non è compreso il campione proveniente da viticoltura biologica, che è comunque risultato "inquinato" da fenomeni di deriva proveniente da vigneti contigui.

Quello biologico risultava essere un vigneto direttamente gestito dall'Azienda della FEM per cui il calendario degli interventi è stato ricostruito con sicurezza. La presenza di residui di 2 prodotti non ammessi dal Reg. 2092/91 e sicuramente non utilizzati nel vigneto è dunque attribuibile a fenomeni di deriva.

Dei circa 50 principi attivi ricercati erano stati individuati residui di 13 diversi fitofarmaci impiegati in viticoltura. In dettaglio sui campioni di tralci erano stati rinvenuti residui di antibiottrici (pirimidine) in 8 casi su 9, antiperonosporici (3 casi su 9) e antiodidici in tutti i campioni anche se appartenenti a famiglie chimiche diverse (IBS e fenossiquinoline). La corrispondenza tra i residui sui tralci e sulle ceneri era risultata piuttosto aleatoria. Occorre comunque precisare che l'analisi sulle ceneri aveva riguardato solo 5 campioni e che le condizioni di combustione non erano controllabili trattandosi di una normale stufa. Veniva comunque confermata anche nelle ceneri la presenza di un prodotto antibiottrico. Questo monitoraggio esplorativo, pur nell'assenza di criteri rigorosi di osservazione, ha comunque confermato che la possibilità di rinvenire residui di fitofarmaci nei tralci di potatura anche a distanza di mesi dalla sospensione dei trattamenti è tutt'altro che trascurabile, inducendo ad organizzare una più organica indagine realizzata nell'inverno successivo all'interno del presente studio.

Prelievo e analisi sui tralci

Materiali e metodi dei prelievi di tralci e caratteristiche delle analisi residui

Si sono individuate due epoche di prelievo dei tralci, il primo coincidente col pieno dell'attività di potatura (fine novembre-inizio dicembre) e il secondo alla fine di questa operazione (marzo).

I prelievi sono stati eseguiti in vigneti distinti per sistema di allevamento (pergola o controspalliera) e hanno interessato la generalità

delle zone viticole della provincia di Trento.

Nel primo prelievo (14 campioni) i tralci sono stati raccolti direttamente dalla vite o dal terreno subito dopo la potatura. Nel secondo prelievo si sono tenuti distinti i campioni raccolti direttamente dalla vite da quelli potati in coincidenza con la prima epoca e rimasti sul terreno per circa 3 mesi.

La distribuzione e le caratteristiche dei campioni analizzati in occasione del primo prelievo sono riportate nella tabella 1.

Nel secondo prelievo si sono analizzati 12 campioni di tralci. L'epoca di raccolta è stata ritardata per quanto possibile per verificare se nel corso della stagione invernale l'entità dei residui va incontro a diluizione. La raccolta dei campioni è stata eseguita tra il 7 ed il 13 marzo, quando la generalità dei vigneti risulta potata da tempo e si è

Tab. 1 - Distribuzione e caratteristiche dei campioni prelevati nel primo monitoraggio

n° Camp.	Azienda	Provenienza	Varietà	Sistema Allevam.	Data Prelievo	Gestione
1	A	Rovereto	cabernet sauvignon	spalliera	27 nov	biologica
2	A	Rovereto	cabernet sauvignon	pergola	27 nov	biologica
3	B	Avio	pinot grigio	spalliera	27 nov	convenzionale
4	B	Avio	pinot grigio	pergola	27 nov	convenzionale
5	C	Avio	pinot grigio	spalliera	27 nov	convenzionale
6	C	Avio	pinot grigio	pergola	27 nov	convenzionale
7	C	Avio	merlot	pergola	27 nov	convenzionale
8	D	Mezzolombardo	teroldego	pergola	12 dic	convenzionale
9	D	Mezzolombardo	teroldego	pergola	12 dic	test non trattato
10	E	Mezzolombardo	teroldego	pergola	12 dic	convenzionale
11	E	Mezzolombardo	teroldego	pergola	12 dic	test non trattato
12	F	Arco	rebo	spalliera	17 dic	biologica
13	G	Trento (Ravina)	pinot grigio	pergola	12 dic	convenzionale
14	G	Trento (Ravina)	merlot	spalliera	12 dic	convenzionale

già provveduto alla trinciatura in campo dei sarmenti.

Non è stato possibile ripetere tutte le tesi analizzate nel primo monitoraggio proprio perché alcune aziende hanno eseguito la trinciatura prima del prelievo del campione. In fase di programmazione del secondo campionamento si era comunque già deciso di escludere alcuni vigneti e di inserire la variante del prelievo dei tralci da terra o dalla pianta, simulando una sosta dei tralci a terra (da dicembre a marzo) nel primo caso e una potatura tardiva nel secondo. I campioni analizzati a fine inverno e le varianti introdotte sono riportate nella tabella 2.

A lettera uguale nelle due tabelle corrisponde la stessa azienda.

Tab. 2 - Distribuzione e caratteristiche dei campioni prelevati nel secondo monitoraggio

n° Camp.	Azienda	Proven.	Varietà	Sistema Allev.	Data Prelievo	Modalità Prelievo	Gestione
1	B	Avio	pinot	spalliera	7 mar	pianta	convenzionale
2	B	Avio	pinot	pergola	7 mar	pianta	convenzionale
3	B	Avio	pinot	pergola	7 mar	terra	convenzionale
4	C	Avio	pinot	spalliera	7 mar	pianta	convenzionale
5	C	Avio	pinot	pergola	7 mar	pianta	convenzionale
6	C	Avio	pinot	pergola	7 mar	terra	convenzionale
7	C	Avio	merlot	pergola	7 mar	pianta	convenzionale
8	C	Avio	merlot	pergola	7 mar	terra	convenzionale
9	F	Arco	rebo	spalliera	13 mar	pianta	biologica
10	F	Arco	rebo	spalliera	13 mar	terra	biologica
11	G	Trento	pinot	pergola	3 mar	pianta	convenzionale
12	G	Trento	pinot	pergola	3 mar	terra	convenzionale

I residui ricercati sui campioni di tralci hanno interessato in pratica la totalità delle molecole di maggiore uso in provincia di Trento, includendo quasi tutte quelle inserite nel Protocollo di Autodisciplina per la Produzione Integrata adottato dalla maggioranza dei viticoltori in Trentino.

Si sono ricercate anche altre molecole per verificare eventuali fenomeni di deriva o comunque di impiego di prodotti non ammessi dal protocollo. Nel primo campionamento l'indagine ha riguardato fitofarmaci organofosforati, tioftalimidici, dicarbossimidici, cianoderivati, pirimidine, triazololi, carbammati e ditiocarbammati, piretroidi, acilalanine, strobilurine, fenossiderivati (etofenprox), morfoline (dimetomorf), benzoiluree (flufenoxuron), sali dell'acido fosforoso, zolfo e rame.

Visti i risultati relativi al primo campionamento, nel secondo non si sono ricercati flufenoxuron e sali dell'acido fosforoso. I dati relativi ai residui sono espressi in ppm (mg/kg) e si riferiscono alla matrice tal quale. Le analisi sono state eseguite presso i laboratori Agriparadigma di Ravenna.

Risultati primo campionamento

I residui di prodotti fitosanitari rilevati nel corso del primo campionamento sono riportati nella tabella 3.

Le prime considerazioni riguardano il numero di residui di fitofarmaci rinvenuti sui tralci. Tralasciando i dati relativi ai test non trattati (sui quali comunque risultano presenti prodotti di deriva trattandosi di viti contigue a quelle trattate), si contano in media 4,7 diversi residui di fitofarmaci per campione. Scorporando i dati in funzione del tipo di gestione del vigneto, la media risulta di 1,7 residui sui campioni provenienti da viticoltura biologica e di 5,7 nei campioni da gestione convenzionale.

Nei campioni da agricoltura biologica sono presenti soltanto residui di zolfo e rame mentre nei tralci da vigneti convenzionali si rinven- gono altri antiodidici, antiperonosporici e antibiotritici. La presenza di quest'ultimo tipo di prodotti dipende anche dal fatto che 5 campioni su 14 sono di pinot grigio, varietà sulla quale la difesa antibiotritica è rela- tivamente diffusa. Altra considerazione riguarda la notevole persistenza

Tab. 3 - Risultati dell'analisi residui rinvenuti sui tralci nel primo campionamento (dati espressi in ppm sul tal quale)

Principi attivi	Numero campione						
	1	2	3	4	5	6	7
zolfo	2,83	5,80	1,08	1,96	0,33	0,10	0,12
rame	10,3	9,8	6,6	8,1	8,8	8,1	13,8
folpet			0,13	0,21			
ditiocarbammati			0,38	0,55	0,29	0,51	
fenexamid			0,02				
ciprodinil			0,03	0,03			
fluodioxonil							
pirimetanil							
mepanipirim							
boscalid					0,08	0,06	
dimetomorf					0,01	0,01	0,01
azoxistrobin			0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
piroclorstrobin							
penconazolo							0,01
ac. etil fosfonico							

Principi attivi	Numero campione						
	8	9	10	11	12	13	14
zolfo	2,43	0,29		0,06		1,89	
rame	7,9	2,9	4,5	4,2	4,1	14,2	7,7
folpet						0,40	
ditiocarbammati	0,75		0,24			0,63	0,16
fenexamid							
ciprodinil						0,03	
fluodioxonil						0,01	
pirimetanil						0,01	
mepanipirim			0,02				
boscalid			0,05				0,10
dimetomorf	0,02					0,01	
azoxistrobin							
piraclorstrobin			0,03				
penconazolo							
ac. etil fosfonico	0,01						

che caratterizza alcuni fitofarmaci. In particolare, folpet e ditiocarbammati sono impiegati esclusivamente nelle prime fasi vegetative in quanto dopo la allegazione il Protocollo di Autodisciplina e la necessità di contenere i residui entro i limiti fissati ne vietano l'utilizzo.

Si può presumere che date anche le caratteristiche di precocità che hanno caratterizzato l'annata 2007 questi prodotti siano stati impiegati al massimo entro la prima metà di giugno (vedi calendari allegati).

Residui di ditiocarbammati

A distanza di circa 6 mesi si osserva che residui di ditiocarbammati sono presenti in 8 dei 9 campioni "convenzionali" escludendo dal conteggio i 2 testimoni non trattati e i 3 vigneti biologici che ne sono esenti.

Per quanto riguarda folpet la diffusione risulta minore (3 campioni su 9) ma va ricordato che l'uso di questo prodotto è meno diffuso e sistematico in Trentino rispetto ai ditiocarbammati.

Circa l'entità dei residui rinvenuti, in 4 campioni il contenuto di ditiocarbammati risulta superiore o uguale a 0.5 ppm. Va ricordato che il Regolamento CE N.149/2008 entrato in vigore il primo settembre 2008 ha modificato il residuo massimo ammesso per questi prodotti portandolo da 2 a 5 ppm. L'entità e la persistenza dei residui dipende anche dal dilavamento che le precipitazioni comportano.

Per dare un'idea di quanto le piogge possano avere influenzato i livelli di fitofarmaci residui sui tralci descritti, nella tabella 4 si confrontano le precipitazioni del periodo relativo alla nostra esperienza, da primavera 2007, epoca dei primi trattamenti, alla fine della stagione.

Nel secondo controllo, eseguito in marzo e dunque circa 3 mesi dopo il primo, sia ditiocarbammati che folpet non sono stati rilevati. A ciò hanno contribuito le precipitazioni che nel periodo considerato sono risultate pari a 140-150 mm a seconda delle località, come risulta dalla tab. 7.

Residui di rame

Il rame risulta il fitofarmaco quantitativamente più presente sui tralci di potatura. I dati danno comunque la possibilità di alcune interessanti osservazioni:

Tab. 4 - Piovosità registrata nel periodo aprile - dicembre 2007 in confronto alla media pluriennale (2003-2006) per le stesse località

	Arco		Avio		Ravina di Trento		Media trentennale (1959-1988) rilevata a S. Michele
	2007	media	2007	media	2007	media	
gennaio	33.8	20.1	52.6	28.6	54.8	22.6	46,6
febbraio	31.2	31.2	30.8	36.0	26.4	33.2	40,9
marzo	40.4	52.1	57.4	55.8	68.2	51.0	68,5
aprile	11.2	65.4	14.8	66.7	25.0	61.4	72,4
maggio	94.2	74.7	100.8	66.2	175.2	80.9	92,0
giugno	55.8	79.6	100.2	108.9	60.0	73.2	79,6
luglio	56.2	91.4	115.6	81.1	60.4	62.1	79,2
agosto	118.4	106.7	179.6	109.9	160.8	96.5	81,2
settembre	64.2	46.3	63.6	56.5	71.0	51.6	85,4
ottobre	29.2	146.6	79.2	140.3	47.0	126.1	98,9
novembre	161.6	94.5	201.2	87.0	129.0	103.3	93,7
dicembre	1.2	65.5	3.6	80.3	0.6	68.9	52,1
	697.4		999.4		878.4		

Fonte - FEM-IASMA

- benchè in viticoltura biologica il rame rappresenti in pratica l'unico antiperonosporico usato sistematicamente, il livello dei residui rilevato nelle tesi bio risulta simile a quello riscontrato nelle aziende convenzionali. A fronte di un residuo medio di 8,7 ppm (escludendo i 2 test non trattati che mostrano comunque tracce di questo elemento dovute a deriva), sui 3 campioni da agricoltura biologica si riscontrano 8,1 ppm, mentre su quelli convenzionali 8,9.
- in 3 casi su 12 i residui rinvenuti sono superiori a 10 ppm. Anche in questo caso il regolamento CE N.149/2008 ha modificato il residuo massimo ammesso del rame sull'uva portandolo da 20 a 50 ppm in ambito comunitario.

Residui di antibiotritici

Per quanto riguarda i prodotti antibiotritici sono stati rinvenuti i 4 prodotti maggiormente impiegati e in 3 casi si rileva la contemporanea presenza di formulati diversi. Da notare che nel caso di Switch, prodotto commerciale che risulta composto da due diversi principi attivi, un componente (ciprodinil) risulta più spesso reperito rispetto al partner (fludioxonil).

La stessa cosa si verifica sulle uve alla vendemmia: sulla base di un monitoraggio eseguito nel 2007 su circa 150 campioni di uve al momento del conferimento in cantina, ciprodinil era rintracciabile sul 67,8% dei campioni mentre il partner fludioxonil sul 38,8%.

Questa differenza di rilevabilità dipende dal diverso rapporto in cui i due principi attivi si trovano miscelati: ciprodinil infatti rappresenta il 35,5% del formulato commerciale, fludioxonil il 25%.

Nell'ambito dei prodotti antibiotritici una segnalazione si riserva a proposito di boscalid.

Questo fitofarmaco è stato impiegato a dose uguale (100 g/hl) nei 4 vigneti in cui è stato utilizzato nell'ambito di una esperienza finalizzata alla valutazione dei residui sulle uve. In tutti i casi l'impiego è stato fatto allo stadio fenologico di prechiusura del grappolo in epoca compresa tra il 21 e il 30 luglio (vedi calendari allegati) e in tutti i 4 casi considerati il trattamento ha determinato residui rilevabili all'analisi anche se di modesta entità.

Confronto tra controspalliera e pergola

La possibilità di disporre nella stessa azienda di vigneti allevati in modo diverso ha consentito un primo confronto tra i residui rinvenuti su controspalliera e pergola a parità di trattamenti eseguiti.

Relativamente al primo campionamento sono considerati 3 vigneti per rame e zolfo e 2 per i ditiocarbammati.

I risultati sono riportati nella tabella 5.

I residui rinvenuti sui tralci raccolti dagli impianti a pergola risultano superiori a quelli delle controspalliere, anche se le differenze non

Tab. 5 - Effetto del sistema di allevamento sui residui rinvenuti sui tralci di potatura nel primo monitoraggio (dicembre 2007)

	Controspalliera	Pergola	
zolfo	2,83	5,8	
	1,08	1,96	
	0,33	0,1	
media zolfo	1,41	2,62	n.s.
rame	1,03	9,8	
	6,6	8,1	
	8,8	8,1	
media rame	8,57	8,67	n.s.
ditiocarbammati	0,38	0,55	
	0,29	0,51	
media ditiocarbammati	0,34	0,53	n.s.

raggiungono la significatività data anche l'esiguità dei confronti disponibili e la variabilità interna ai singoli gruppi.

A parziale spiegazione di questi valori va considerato che normalmente sulla pergola si impiegano maggiori quantità di miscela per unità di superficie trattata. Ciò è dovuto al maggiore sviluppo vegetativo che caratterizza la pergola trentina rispetto alla controspalliera. Si può quindi ritenere che sia maggiore il deposito di residui sulla vegetazione e quindi sui tralci.

Risultati secondo campionamento

I residui di prodotti fitosanitari rinvenuti nel corso del secondo campionamento sono riportati nella tabella 6.

Rispetto al campionamento precedente non si segnalano residui di folpet, ditiocarbammati, pirimetanil, azoxistrobin, piraclorstrobin e penconazolo.

Il residuo di boscalid rilevato nell'azienda a conduzione biologica è dovuto a deriva da un vigneto contiguo.

Tab. 6 - Risultati dell'analisi residui rinvenuti sui tralci nel secondo campionamento

Principi attivi	Numero campione											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zolfo	0,27		0,90			0,15				0,61	0,15	0,24
rame	11,3	8,5	7,6	13,9	12,4	7,3	13,4	17,5	7,1	6,2	11,6	17,9
fenexamid		0,03										
ciprodinil	0,02	0,08	0,03									0,01
fluodioxonil		0,02										
mepanipirim				0,01	0,02							
boscalid		0,01			0,03	0,02	0,01			0,01		
dimetomorf		0,03			0,03	0,02	0,02	0,01				

Confronto tra primo e secondo campionamento

Il confronto tra le 2 epoche è possibile solo limitatamente ai vigneti monitorati nei 2 periodi.

Prima di analizzare i dati relativi ai 2 prelevamenti si riportano le piovosità rilevate nelle località interessate al confronto (tabella 7). Considerando che nel periodo di riferimento la piovosità media (calcolata però su un intervallo leggermente più lungo) è leggermente superiore a quella rilevata nell'inverno 2007-2008, il periodo interessato alle osservazioni si può considerare relativamente rap-

Tab. 7 - Piovosità registrata nell'intervallo tra i 2 periodi di campionamento nelle località del confronto

Località	Data primo prelievo	Data secondo prelievo	mm di pioggia nel periodo	Media 1 dic. - 31 mar. negli ultimi 6 anni
Arco	17 dicembre 2007	13 marzo 2008	147	165
Avio	27 novembre 2007	07 marzo 2008	144	198
Trento sud	12 dicembre 2007	03 marzo 2008	152	177

Fonte - FEM-IASMA

presentativo e dunque l'evoluzione nei livelli dei residui presenti risulta attendibile nella generalità delle annate nei nostri ambienti. Come riportato in dettaglio nell'allegato 1 la piovosità dei siti interessati all'esperienza risulta notevolmente variabile da un'annata all'altra e questo potrebbe avere effetto sui residui rilevabili sul legno di potatura in annate diverse.

Nella tabella 8 sono riportati i dati relativi ai 2 campionamenti.

Tab. 8 - Evoluzione di alcuni residui nell'intervallo tra il primo e il secondo campionamento (dic 2007 - mar 2008)

Azienda	Varietà	Sistema allevamento	Campionamento	Modalità prelevam. tralci	Zolfo	Rame	Ciprodinil	Boscalid	Dimetomorf
Az.B	pinot grigio	spalliera	I	pianta	1,08	6,6	0,03		
			II	pianta	0,27	11,3	0,02		
Az.B	pinot grigio	pergola	I	pianta	1,96	8,1	0,03		
			II	pianta	0	8,5	0,08		
			II	terra	0,9	7,6	0,03		
Az C	pinot grigio	spalliera	I	pianta	0,33	8,8		0,08	0,01
			II	pianta	0	13,9		0	0
Az C	pinot grigio	pergola	I	pianta	0,1	8,1		0,06	0,01
			II	pianta	0	12,4		0,03	0,03
			II	terra	0,15	7,3		0,02	0,02
Az C	merlot	pergola	I	pianta	0,12	13,8			0,01
			II	pianta	0	13,4			0,02
			II	terra	0	17,5			0,01
Az F	rebo	spalliera	I	pianta	0	4,1			
			II	pianta	0	7,1			
			II	terra	0,61	6,2			
Az G	pinot grigio	pergola	I	pianta	1,89	14,2	0,03		0,01
			II	pianta	0,15	11,6	0		0
			II	terra	0,24	17,9	0,01		0

Limitando l'osservazione ai dati relativi ai tralci prelevati da pianta, quindi con modalità omogenee nei due successivi campionamenti, è possibile isolare l'effetto del periodo trascorso dal materiale vegetale sulla quantità di residui rinvenuti. In questo senso le risposte non sono omogenee. Lo zolfo nella media dei 7 campioni considerati nelle 2 epoche si riduce da 0,78 a 0,06 ppm con una contrazione di circa 13 volte. Va ricordato che nel primo prelevamento 6 campioni su 7 presentavano tracce di questo elemento, mentre nella seconda epoca solo 2 campioni su 7 manifestano presenza.

Il rame passa da 9,10 a 11,17 ppm sul tal quale.

Tra la prima e la seconda epoca (dicembre-marzo) il contenuto del metallo sullo stesso campione cresce in 5 casi su 7.

Dato che i residui sono espressi sul tal quale la perdita di umidità cui i tralci vanno incontro tra il primo e il secondo campionamento (circa il 15% corrispondenti a 7 punti percentuali) permette in parte di spiegare questa tendenza anche se essa non si manifesta in modo omogeneo nel caso delle altre molecole verosimilmente meno stabili. Nel caso di altri fitofarmaci infatti il residuo si abbassa nonostante la riduzione di umidità. La maggiore stabilità e persistenza del rame rispetto ad altri principi attivi è responsabile di questo andamento.

Le differenze non raggiungono comunque il livello minimo di significatività, anche a causa dell'elevata variabilità tra i singoli vigneti e del ridotto numero di casi disponibili. Il livello di ciprodinil, presente in 3 campioni su 7 rimane pressoché costante, passando da 0,30 a 0,33. Sostanzialmente stabile anche la presenza di dimetomorf, rinvenuto in 4 casi nel primo campionamento poi ridotti a 2 casi nel secondo. Boscalid subisce una riduzione di circa il 79%, ma disponendo di 2 soli dati non sono possibili ulteriori considerazioni. A corollario di queste osservazioni va comunque ricordato che i livelli di presenza dei residui di fitofarmaci sono estremamente bassi.

Differenze di questa entità rientrano nella variabilità del campione e del metodo di analisi.

La mancanza di ripetizioni rende quindi questi valori puramente indica-

tivi di un certo comportamento più che dimostrare dinamiche che per essere confermate necessiterebbero di ulteriori approfondimenti.

I dati sono riportati in dettaglio nella tabella 9.

Tab. 9 - Evoluzione di alcuni residui in funzione del periodo di prelevamento dalla pianta (dic 2007 - mar 2008)

	Azienda	Varietà	Sistema allevamento	Zolfo	Rame	Ciprodinil	Boscalid	Dimetomorf
primo prelevamento	az.B	pinot grigio	spalliera	1,08	6,6	0,03		
	az.B	pinot grigio	pergola	1,96	8,1	0,03		
	az C	pinot grigio	spalliera	0,33	8,8		0,08	0,01
	az C	pinot grigio	pergola	0,1	8,1		0,06	0,01
	az C	merlot	pergola	0,12	13,8			0,01
	az F	rebo	spalliera	0	4,1			
	az G	pinot grigio	pergola	1,89	14,2	0,03		0,01
medie				0,783	9,100	0,030	0,070	0,010
secondo prelevamento	az.B	pinot grigio	spalliera	0,27	11,3	0,02		
	az.B	pinot grigio	pergola	0	8,5	0,08		
	az C	pinot grigio	spalliera	0	13,9		0	0
	az C	pinot grigio	pergola	0	12,4		0,03	0,03
	az C	merlot	pergola	0	13,4			0,02
	az F	rebo	spalliera	0	7,1			
	az G	pinot grigio	pergola	0,15	11,6	0		0
medie				0,060	11,171	0,033	0,015	0,013
significatività				*	n.s.			

Confronto tra prelevamento dei tralci dalla pianta e da terra

Il permanere dei tralci sul terreno o sulla vite nel periodo tra i 2 campionamenti, pur nella limitatezza dei dati disponibili, mette in evidenza una presenza di residui relativamente maggiore nei campioni raccolti dal terreno, almeno per quanto riguarda il rame (da 10,6 a 11,3 ppm come dato medio di 5 campioni).

Per altri principi attivi sembra invece che la permanenza sul terreno

Tab. 10 - Evoluzione di alcuni residui in funzione del prelevamento dalla pianta o da terra sullo stesso vigneto (mar 2008)

	Azienda	Varietà	Sistema allevamento	Zolfo	Rame	Boscalid	Dimetomorf
prelevamento dalla pianta	az.B	pinot grigio	pergola	0,9	8,5	0,01	0,03
	az C	pinot grigio	pergola	0,15	12,4	0,03	0,03
	az C	merlot	pergola		13,4	0,01	0,02
	az F	rebo	spalliera	0,61	7,1		
	az G	pinot grigio	pergola	0,24	11,6		
medie				0,48	10,6	0,017	0,027
prelevamento da terra	az.B	pinot grigio	pergola	0	7,6	0	0
	az C	pinot grigio	pergola	0	7,3	0,02	0,02
	az C	merlot	pergola		17,5	0	0,01
	az F	rebo	spalliera	0	17,9	0,01*	
	az G	pinot grigio	pergola	0,15	6,2		
medie				0,04	11,3	0,015	0,015
significatività				n.s.	n.s.		

* deriva

riduca la rintracciabilità sui tralci: è il caso dello zolfo i cui residui diminuiscono di 12 volte ma anche di boscalid che si rinviene su 3 campioni prelevati dalla pianta e su 1 prelevato dal terreno (nello stesso vigneto). L'altro campione positivo nel secondo campionamento (contraddistinto da *) va attribuito a fenomeni di deriva dai vigneti vicini trattandosi di un impianto a conduzione biologica di cui sono noti i calendari di intervento. Negli altri 2 campioni nei quali il residuo sui tralci presi da terra era risultato negativo, quello sul materiale preso in pianta ha manifestato valori ai limiti della rilevabilità (0,01 ppm). Analoga evoluzione sembra avere dimetomorf che si rinviene su 3 campioni prelevati dalla vite e su 2 prelevati dal suolo. In questi ultimi 2 casi il residuo passa da 0,03 a 0,02 e da 0,02 a 0,01 rispettivamente.

Nell'altro caso sul prelievo dalla vite il residuo era 0,03 mentre era nullo quello dal terreno. In termini di residuo medio si passa da 0,017 a 0,015 per boscalid e da 0,027 a 0,015 per dimetomorf.

Tranne che per lo zolfo non ci sono comunque variazioni rilevanti tra le due varianti in confronto.

Questi dati sono riportati in dettaglio nella tabella 10.

Evoluzione dell'umidità e ruolo delle precipitazioni nei fenomeni di diluizione

Le determinazioni sull'umidità dei tralci sono state eseguite presso l'Unità Biomasse ed Energie Rinnovabili della FEM-IASMA.

Nella prima metà di dicembre, periodo tipico per la potatura secca nei nostri ambienti, l'umidità media dei tralci nel 2007 è risultata attorno al 48%. Questo dato risulta relativamente omogeneo sia rispetto le località che le varietà di vite controllate (vedi tabelle 11 e 12).

Nel caso del teroldego i dati delle due tabelle coincidono in quanto la provenienza dei campioni di questa varietà è unica. Alla fine del periodo di osservazione, aggregando i dati di diversi vigneti circa la modalità di prelevamento

dei tralci (dal terreno o dalla pianta), la varietà e il sistema di allevamento, l'umidità dei tralci risultava del 41,1%, come riportato nella tabella 13. Si può pertanto considerare che nel corso della stagione invernale 2007-2008, aggregando i dati di una decina di vigneti, l'umidità dei tralci passa da 48,0% a 41,1% dalla prima metà di dicembre alla prima settimana di marzo con precipitazioni di circa 140-150 mm. Il periodo trascorso dai tralci sul terreno, nelle condizioni dell'inverno scorso, sembra favorire una maggiore perdita di umidità rispetto ai tralci sottoposti alle stesse condizioni climatiche ma prelevati dalla vite. Per quanto riguarda le varietà, nella limitatezza delle tesi in confronto nell'esperienza di Ravina di Trento il pinot grigio a fine periodo di raccolta (3 marzo) risulta più povero di umidità (37,6%) rispetto a merlot (46,0%) come risulta dalla figura 2.

Tab. 11 - Umidità dei tralci di potatura rilevata nel dicembre 2007 in Trentino in località diverse

Data prelievo	Località	Varietà	Vigneti n.	Umidità tralci %
10 dicembre	Avio	merlot	4	47,9
10-14 dicembre	Trento - Ravina	merlot	2	47,1
13 dicembre	Mezzolombardo	teroldego	4	48,6
Totale vigneti e media ponderata			10	48,0

Tab. 12 - Umidità dei tralci di potatura rilevata nel dicembre 2007 in Trentino su varietà diverse

Data prelievo	Varietà	Vigneti n.	Umidità tralci %
10-14 dicembre	pinot grigio	3	47,7
10 dicembre	merlot	3	47,5
13 dicembre	teroldego	4	48,6
Totale vigneti e media ponderata		10	48,0

Tab. 13 - Umidità dei tralci di potatura rilevata nella prima settimana di marzo 2008 in Trentino in alcune località

Data prelievo	Località	Varietà	Vigneti n.	Umidità tralci %
3 marzo	Trento - Ravina	pinot grigio	1	37,6
3 marzo	Trento - Ravina	merlot	1	46,0
7 marzo	Avio	pinot grigio	6	41,2
7 marzo	Avio	merlot	2	40,7
Totale vigneti e media ponderata			10	41,1

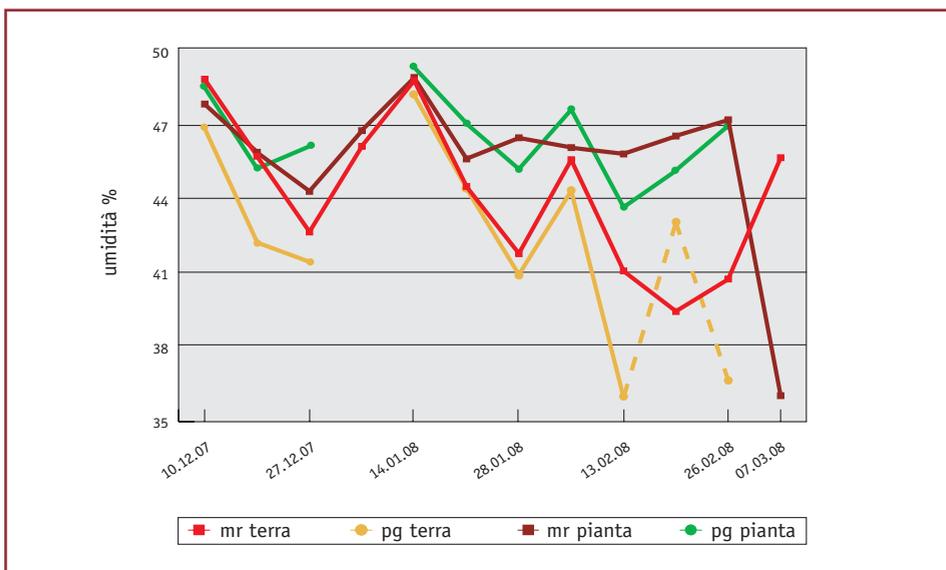


Fig. 1 - Evoluzione dell'umidità dei tralci in funzione delle modalità di prelevamento e della varietà (Avio)

* nel caso di un pinot grigio allevato a pergola e prelevato da terra (az. C) dal primo prelievo di febbraio in poi sono stati raccolti sarmenti dispersi nel vigneto e non quelli sicuramente potati ad inizio prova perché trinciati inavvertitamente dal proprietario. Per questo sul grafico si riporta l'andamento tratteggiato

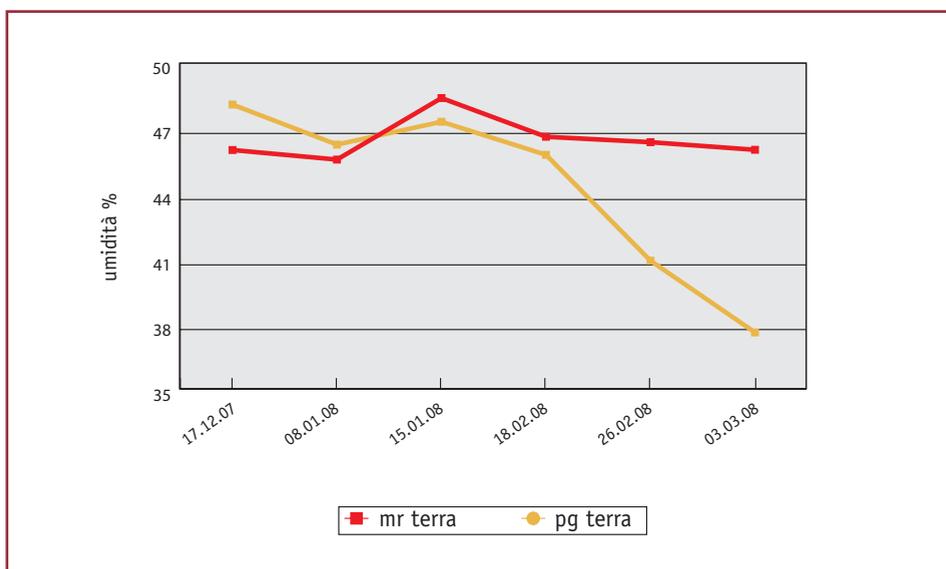


Fig. 2 - Evoluzione umidità dei tralci in funzione della varietà (Trento-Ravina)

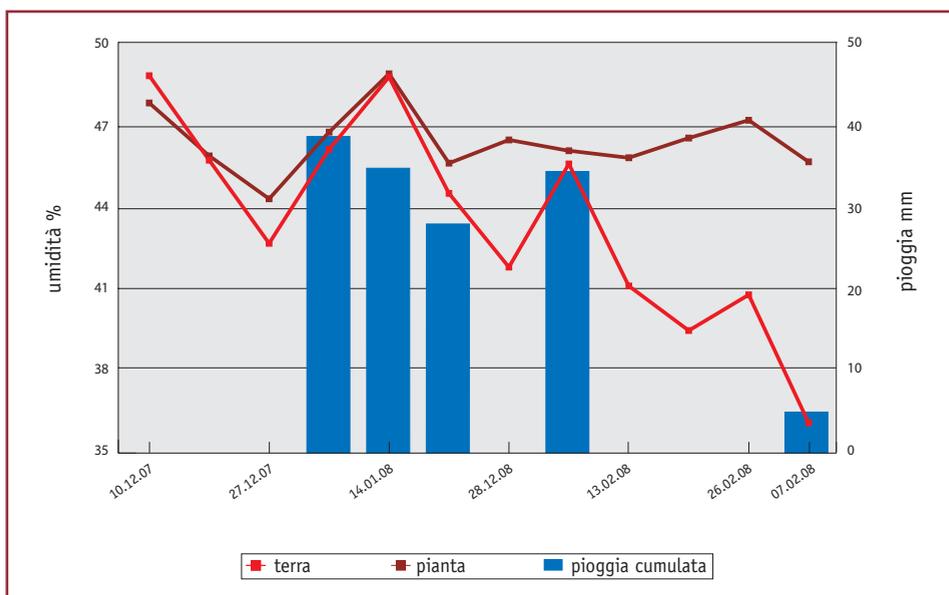


Fig. 3 - Evoluzione dell'umidità dei tralci e piovosità rilevata su merlot allevato a pergola ad Avio

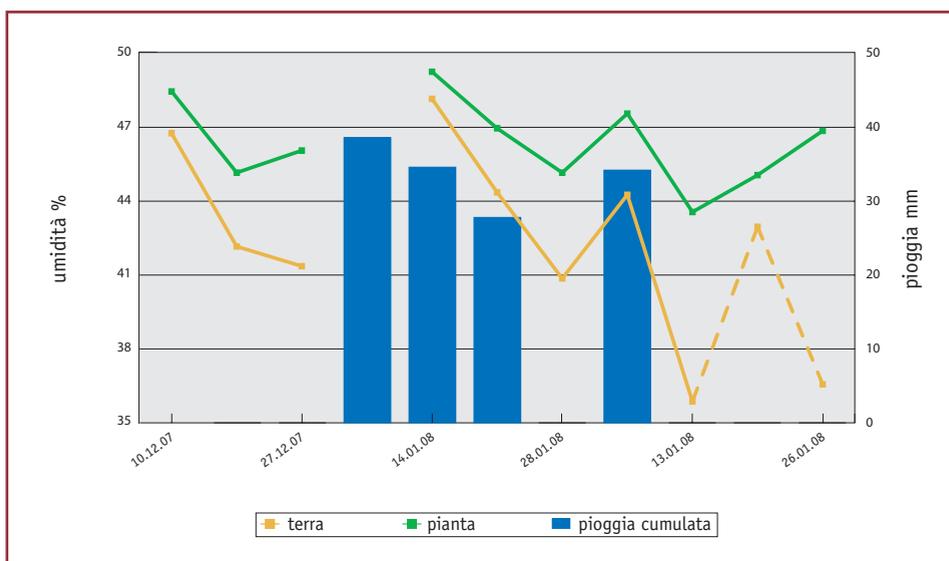


Fig. 4 - Evoluzione dell'umidità dei tralci e piovosità rilevata su pinot grigio allevato a pergola ad Avio

* nel caso del pinot grigio allevato a pergola e prelevato da terra (az. C) dal primo prelievo di febbraio in poi sono stati raccolti sarmenti dispersi nel vigneto e non quelli sicuramente potati ad inizio prova perché trinciati inavvertitamente dal proprietario. Per questo il grafico riporta l'andamento tratteggiato.

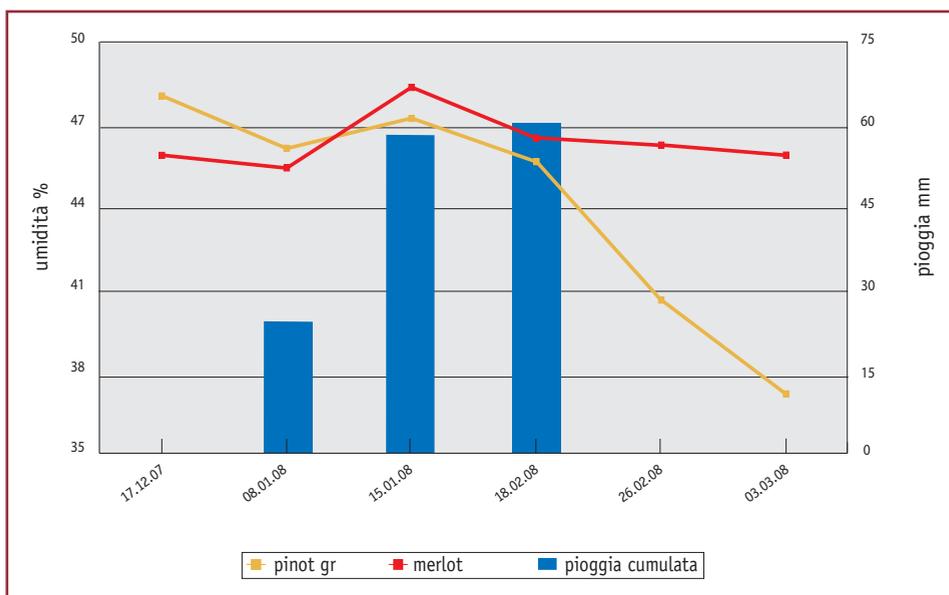


Fig 5 - Evoluzione dell'umidità dei tralci e piovosità rilevata su merlot allevato a spalliera e pinot grigio allevato a pergola a Ravina di Trento



Più in dettaglio si riportano i diversi andamenti rapportandoli alle precipitazioni dello stesso periodo dai quali si può desumere come la corrispondenza tra l'evoluzione dell'umidità dei tralci e le precipitazioni del periodo siano relativamente strette e maggiormente avvertite a livello del suolo. Come fa notare la nota, alcuni prelievi da terra non coincidono con lo stesso materiale analizzato in precedenza e questo rende ragione dell'andamento non lineare che manifesta l'umidità dei tralci di pinot grigio prelevati dal suolo.

Per quanto riguarda i livelli dei residui analizzati questo problema non si pone in quanto il calendario degli interventi, i prodotti e i volumi utilizzati sono gli stessi.

Nel caso di Ravina di Trento (azienda G) la corrispondenza tra l'umidità e le piogge si conferma e anche l'evoluzione dell'umidità dei tralci di merlot lasciati sulla pianta prima del prelievo ricalca l'andamento visto nel caso di Avio. Il pinot grigio da questi dati sembra perdere più rapidamente umidità in presenza di una prolungata assenza di piogge e l'evoluzione complessiva sembra indicare un progressivo calo dell'umidità a prescindere dalle precipitazioni.

Conclusioni

A conclusione di questo primo anno di esperienze si possono sintetizzare alcune considerazioni anche se in molti casi a causa del ristretto numero di osservazioni si rendono necessarie ulteriori conferme. Si può comunque affermare che i residui di fitofarmaci utilizzati nella difesa della coltura si riscontrano sui tralci di potatura anche se il loro livello risulta molto basso. Si conferma che la gestione biologica comporta un minore numero di residui sulla superficie dei sarmenti.

Pur ammettendo pochi principi attivi per i trattamenti contro le crittogame il sistema biologico non comporta livelli di residui maggiori rispetto ai trattamenti tradizionali degli elementi autorizzati (essenzialmente rame e zolfo).

I tralci provenienti da impianti a controspalliera risultano meno inquinati da residui di fitofarmaci rispetto a quelli provenienti da impianti a pergola. Anche la deriva ha un ruolo importante nel determinare la presenza di tracce di residui di fitofarmaci sul legno di potatura, oltre che sulle uve. L'esperienza condotta conferma l'importanza di considerare anche gli aspetti legati all'eventuale presenza di fitofarmaci, finora relativamente poco indagati, come parte integrante dei presupposti per l'utilizzazione dei tralci a fini energetici e questo rimanda all'importanza della modalità di combustione per avere un processo sicuro e compatibile con la normativa. Va comunque ricordato che i livelli riscontrati, in particolare a fine inverno sono estremamente contenuti.

Hanno collaborato: *Maurizio Bottura, Francesco Fellin, Andrea Guerra, Michele Margoni, Franco Michelotti, Michele Morten, Francesco Penner*

Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione E. Mach-IASMA, S. Michele all'Adige - Trento



PROVE DI COMBUSTIONE ED ANALISI DEI FUMI

Andrea Cristoforetti, Silvia Silvestri**

Premessa

Come già evidenziato, una delle finalità del presente studio era la verifica della sostenibilità ambientale della valorizzazione energetica dei sarmenti, con particolare riferimento alla qualità delle emissioni in atmosfera. In quest'ottica sono state programmate delle prove di combustione con i seguenti obiettivi:

- verifica dell'idoneità dei sarmenti - raccolti e condizionati con metodologie e tecnologie differenti - alla combustione in caldaie di diversa tipologia;
- analisi dei fumi prodotti per una verifica quantitativa e qualitativa della concentrazione di inquinanti.

Inquadramento normativo e parametri indagati

Nella scelta dei parametri da indagare si è ritenuto corretto fare riferimento alla legislazione nazionale di settore per verificare in primo luogo se la combustione di sarmenti può essere effettuata in ossequio ai vincoli normativi esistenti, a prescindere dalla tipologia di impianto utilizzato (industriale o aziendale). Dal punto di vista normativo i sarmenti sono classificati come biomasse in quanto espressamente citati dal D.Lgs 152/06, allegato X alla parte V, sezione 4, Caratteristiche

*Unità Biomasse ed energie rinnovabili, Fondazione E. Mach-IASMA, S. Michele all'Adige - Trento

delle biomasse combustibili e relative condizioni di utilizzo - comma 1. Tipologia e provenienza, punto c) "Materiale vegetale prodotto da interventi selvicolturali, da manutenzione forestale e da potatura".

La normativa nazionale in materia di combustione di biomasse (D.Lgs 152/06, Allegato I alla parte V, parte III, tabella 1.1) impone dei limiti di concentrazione nelle emissioni per i seguenti parametri: polveri totali, carbonio organico totale (COT), monossidi di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO₂) e ossidi di zolfo (SO₂), diversificati a seconda della potenza dell'impianto di combustione.

Su questi si è pertanto concentrata l'indagine.

Scelta degli impianti di combustione

La valorizzazione energetica dei sarmenti mediante combustione può essere ottenuta sostanzialmente con due modalità:

- conferimento dei sarmenti ad un impianto di combustione centralizzato, di scala industriale, destinato alla produzione di energia termica;
- impiego diretto da parte del viticoltore utilizzando caldaie di piccola taglia.

Allo scopo di simulare entrambe le opzioni, per lo svolgimento delle prove di combustione sono stati individuati due impianti, uno di tipo industriale (centrale a biomasse) ed uno in scala domestico-aziendale, aventi le caratteristiche di seguito esposte.

	Impianto industriale	Impianto aziendale
Potenza termica installata	8 MW (4 + 4)	55 kW
Griglia caldaia	mobile	mobile
Alimentazione	a spintori	a coclea
Filtrazione fumi	elettrofiltro	assente
Gestione parametri combustione	automatica	manuale

Gestione dei sarmenti

Impianto industriale

I sarmenti utilizzati per la prova di combustione nell'impianto industriale sono stati raccolti nei mesi di gennaio e febbraio presso diversi vigneti (Avio, San Michele all'Adige, Chizzola di Ala) mediante macchine trinciatrici dedicate (Foto 1 e 2). In particolare la quasi totalità del materiale è stata raccolta con una macchina dotata di raccogliitore rotativo pick-up, apparato trituratore con rotore a lame fisse e griglia di post-triturazione. La biomassa recuperata è stata stoccata su piazzale asfaltato, (Foto 3) coperta con teli in geotessile (200 g/m²) per circa 50 giorni (Foto 4), prima del trasferimento alla centrale a biomasse sede della prova di combustione. Le dimensioni del cumulo erano le seguenti: base 5 m, altezza 1.8 m, lunghezza circa 20 m.

Al fine di verificare il grado di disidratazione e l'eventuale innesco di reazioni biologiche spontanee sono state monitorate umidità e temperatura dei sarmenti in cumulo. In figura 1 e tabella 1 sono riportati gli andamenti ed i valori registrati.

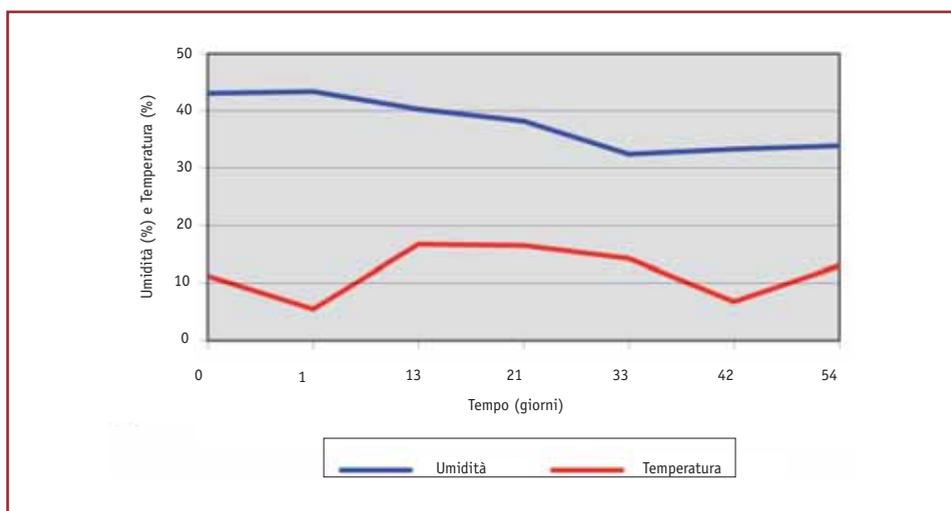


Fig. 1 - Andamento di umidità e temperatura

Tab. 1 - Rilievi sui sarmenti in cumulo

Data	Giorno	Umidità sarmenti	Pioggia mm	Temperatura sarmenti	Temperatura ambiente (2 m)
13-02	0	43.1		11.2	1.5
14-02	1	43.4		5.5	2.4
15-02	2	-		-	-
19-02	6	-		6.8	2.2
25-02	12	-		21.5	6.4
26-02	13	40.3		16.7	6.1
27-02	14	-		18.2	7.8
4-03	20	-	1.6	-	-
5-03	21	38.2		16.5	7.1
6-03	22	-		13.8	4.3
7-03	23	-		9.2	7.8
11-03	27	-	13.8	-	-
13-03	29	-		15.2	11.8
16-03	32	-	2.6	-	-
17-03	33	-		14.2	9
18-03	34	32.4		-	-
20-03	36	-		-	-
23-03	39	-	2	-	-
25-03	41	-		6.8	3.9
26-03	42	33.3		-	-
27-03	43	-		13.2	8.5
31-03	47	-		13.3	13
6-04	53	-	32	-	-
7-04	54	33.9		-	-

In primo luogo va evidenziata l'efficacia dei teli in geotessile, che consentono gli scambi gassosi del materiale coperto e l'atmosfera (evaporazione) ma al contempo isolano il cumulo dalle precipitazioni. È evidente infatti la disidratazione alla quale è andato incontro il materiale con un calo idrico di circa 10 punti percentuali, senza alcuna reidratazione in occasione di eventi piovosi, anche importanti (32 mm di pioggia al giorno 53).

Altro aspetto da sottolineare è la totale assenza di fenomeni bioossidativi, come testimoniato dall'assenza di reazioni esotermiche significative. Anche lo sviluppo di muffe durante lo stoccaggio è stato trascurabile.

Impianto aziendale

I sarmenti impiegati nella prova presso l'impianto aziendale sono stati raccolti con una metodologia differente, senza l'impiego di macchine dedicate: gli scarti di potatura sono stati accumulati tal quali sulle capezzagne, con l'ausilio di un forcone portato dalla trattrice e successivamente triturati mediante una cippatrice a lame, che ha conferito al materiale una pezzatura più omogenea e mediamente inferiore rispetto a quello condizionato con trincia-caricatrice.

Il cippato è stato stoccato in una struttura pavimentata e coperta per circa 30 giorni, prima di essere caricato nella fossa di accumulo della caldaia. A differenza del caso precedente, dopo pochi giorni dalla messa in cumulo (altezza circa 1.8 m) il materiale ha evidenziato una forte esotermia, con temperature attorno a 50°C. Abbassando il cumulo fino ad uno strato di circa 50 cm il processo biossidativo ha perso di intensità.

Notevole è stata la formazione di muffe, per tutto il periodo di stoccaggio. Va sottolineato che i sarmenti sono stati cippati dopo una giornata di pioggia intensa e pertanto l'umidità al momento della messa in cumulo era certamente più elevata rispetto al caso precedente, creando condizioni favorevoli all'innesco di reazioni di compostaggio spontaneo.

Condizione della prova con caldaia in scala industriale

In data 17 aprile è stata condotta la prima prova di combustione, presso una centrale a biomasse in scala industriale dotata di 2 caldaie della potenza termica unitaria pari a 4 MW. Le fosse di accumulo della biomassa, precedentemente svuotate dal cippato di resinosa abitualmente impiegato presso l'impianto, sono state alimentate con i sarmenti triturati. Da qui, mediante un sistema a spintori, il materiale è stato alimentato alle caldaie. I tecnici addetti all'impianto hanno operato le opportune tarature (intensità di caricamento, percentuale di ossigeno, temperatura) in



Foto 1 - Raccolta dei sarmenti



Foto 2 - Scarico del triturato



Foto 3 - Stoccaggio prima della copertura



Foto 4 - Particolare del telo in geotessile

modo da ottimizzare la combustione e, dopo circa un'ora di funzionamento, è stato avviato il campionamento dei fumi sul camino, unico punto di emissione in atmosfera per entrambe le caldaie.

Condizioni di prova e metodologie analitiche

Nei quadri seguenti sono riassunte le condizioni di svolgimento della prova e le metodologie analitiche seguite (Tab. 2 e 3).

Tab. 2 - Condizioni di prova con caldaia industriale

Parametri	Valori
Temperatura atmosferica media	13°C
Pressione atmosferica	892 hPa
Altezza camino	7 m
Diametro nel punto di prelievo	150 cm
Altezza punto di prelievo	4 m
Temperatura media punto di prelievo	94 °C
Umidità effluente	45 g/m ³
Ossigeno / anidride carbonica	14.4/3.6 %
Velocità media flusso	4.3 m/sec
Portata emissione effettiva	27355 m ³ /h
Portata emissione normalizzata (Nmc/h=0°C/1013 hPa secco)	16918

Tab. 3 - Metodologie analitiche seguite nella prova

Parametro	Metodologia
Polveri totali	UNI EN 13284
C.O.T.	UNI EN 12619 (FID)
Ossido di carbonio	MPI – 05 (ELETTR.)
Ossidi di azoto	MPI – 05 (ELETTR.)
Anidridi solforose	MPI – 05 (ELETTR.)

Risultati analitici

Il monitoraggio dei fumi è proseguito per circa 1 h e 30' ed in tale periodo sono stati effettuati 3 prelievi della durata unitaria di circa 20'. In tabella 4 sono riportati i dati medi relativi ai 3 prelievi e riferiti ai parametri previsti dal D.Lgs 152/06. A titolo di confronto sono riportati anche i dati relativi alla combustione di cippato di resinose (analisi effettuata autonomamente dall'impianto a febbraio 2008).

Tutti i parametri rilevati si collocano ampiamente al di sotto dei limiti di legge. Anche il confronto fra i dati registrati con la combustione di sarmenti e di cippato di resinosa è confortante: il contenuto di polveri è più alto nel test con i sarmenti ma sempre su valori pari a 1/5 del limite massimo ammesso; analoga considerazione può essere fatta per gli ossidi di azoto, più elevati nei fumi dei sarmenti ma pari a circa 1/2 del valore limite.

Se era lecito attendersi un maggior contenuto di azoto nel legno di piante coltivate rispetto a quello di essenze forestali, sorprende ma al contempo conforta il contenuto di ossidi di zolfo inferiore nei fumi generati dai sarmenti rispetto a quelli emessi dal cippato. Come noto lo zolfo è un elemento molto impiegato nella difesa della vite, ma non sembra che i residui di tale elemento sui sarmenti siano in grado di influenzare negativamente la qualità dei fumi.

Rispetto al valore medio riportato (148.5 mg/Nmc) va evidenziata l'oscillazione molto elevata del contenuto di CO nei tre prelievi effettuati, con tenori che vanno da 5 a 263 a 25 mg/Nmc, a differenza

Tab. 4 - Caratteristiche analitiche dei fumi (valori in mg/Nm³)*

Parametro	Combustione sarmenti	Combustione cippato resinose	Limiti Dlgs 152/06**
Polveri totali	5.8	0.6	30
Carbonio organico totale COT	< 1	nd	30
Monossido di carbonio CO	148.5	13.7	250
Ossidi di azoto NO ₂	208.2	168.3	400
Ossidi di zolfo SO ₂	8.1	11.02	200

* Concentrazioni riferite al 11% di O₂

** Combustione di biomasse

degli altri parametri che sono risultati molto costanti. Le variazioni del monossido di carbonio sono legate al variare delle condizioni di combustione, più precisamente alla presenza di ossigeno, e si registrano anche con l'impiego di cippato "tradizionale". In questo caso la pezzatura dei sarmenti triturati, inferiore rispetto a quella del cippato, ha tuttavia accentuato il fenomeno rendendo più difficoltosa l'ossigenazione delle masse alimentate in caldaia.



Foto 5 - Scarico dei sarmenti



Foto 6 - Cumulo di stoccaggio



Foto 7 - Alimentazione fosse di accumulo



Foto 8 - Combustione sarmenti

Condizione delle prove con caldaia in scala aziendale

In data 9 maggio e 20 giugno sono state condotte prove di combustione presso un impianto in scala aziendale, a servizio di un abitazione privata e di un annesso agriturismo. La caldaia a biomasse utilizzata ha potenza termica pari a 55 kW ed è alimentata mediante un trasportatore a coclea che preleva il combustibile da una fossa di accumulo del volume di circa 10 m³, in questo caso interamente riempita con i sarmenti cippati. In entrambe le prove dopo un periodo di funzionamento di alcune ore è stato avviato il campionamento dei fumi sul camino di emissione.

Nella tabella 5 sono riportate le condizioni di svolgimento della prova.

Le metodologie analitiche seguite sono le stesse della prova precedente.

Tab. 5 - Condizioni di prova con caldaia aziendale

Parametri	Prova 1 (9/5)	Prova 2 (20/6)
Temperatura atmosferica media	26°C	30°C
Pressione atmosferica	985 hPa	995 hPa
Altezza camino	7 m	7 m
Diametro nel punto di prelievo	25 cm	25 cm
Altezza punto di prelievo	6 m	6 m
Temperatura media punto di prelievo	122 °C	157
Umidità effluente	65 g/m ³	75 g/m ³
Ossigeno / anidride carbonica	12/5 %	10.7/7.6
Velocità media flusso	2 m/sec	3 m/sec
Portata emissione effettiva	353 m ³ /h	530 m ³ /h
Portata emissione normalizzata (Nmc/h=0°C/ 1013 hPa secco)	218	300

Risultati analitici

In entrambe le prove il monitoraggio dei fumi è proseguito per circa 1 h e 10' ed in tale periodo sono stati effettuati n.3 prelievi della durata unitaria di circa 20'.

Tab. 6 - Caratteristiche analitiche dei fumi (media oraria - valori in mg/Nm³)*

Parametro	Prova 1	Prova 2	Limiti Dlgs 152**		
			35-150 kW	150 kW – 3 MW	> 6 MW
Potenza caldaia	55 kW		35-150 kW	150 kW – 3 MW	> 6 MW
Polveri totali	145.2	169	200	100	30
Carbonio organico totale COT	3.6	< 1	-	-	30
Monossido di carbonio CO	674.9	418.1	-	350	250
Ossidi di azoto NO ₂	233.7	345.3	-	500	400
Ossidi di zolfo SO ₂	5.2	< 1	-	200	200

* Concentrazioni riferite a 11% di O₂

** Combustione di biomasse

In tabella 6 sono riportati i risultati analitici relativi a ciascuna prova (media di 3 prelievi), riferiti ai parametri previsti dal D.Lgs 152/06. Per la classe di potenza della caldaia utilizzata è previsto solo il limite per le polveri totali, in tabella sono stati tuttavia riportati anche i limiti degli altri parametri indicati dalla normativa anche se riferiti a caldaie di potenza maggiore.

Come detto l'unico limite normativo per caldaie di potenza <150 kW è il contenuto di polveri totali: in entrambe le prove la concentrazione di polveri è risultata inferiore al limite massimo consentito.

La concentrazione di monossido di carbonio in prova 1 è risultata quasi doppia rispetto a quella massima consentita dal D.Lgs. 152/06 per caldaie di potenza compresa fra 150 kW e 3 MW (preso come riferimento in assenza di un limite previsto per caldaia della taglia di quella impiegata). In occasione della seconda prova sono stati modificati i parametri gestionali (alimentazione, ossigeno).

Il valore di CO, pur sensibilmente inferiore rispetto alla prima verifica, è risultato ancora superiore al citato limite normativo.

I restanti parametri indagati (COT, NO₂, SO₂) risultano conformi ai limiti di legge, anche in questo caso previsti per caldaie di taglia superiore a quella utilizzata.



Foto 9 - Trincea di accumulo del cippato



Foto 10 - Caldaia



Foto 11 - Combustione sarmanti



Foto 12 - Punto di emissione (*camino*)

Conclusioni

- Le prove effettuate hanno consentito alcune importanti verifiche:
- dal punto di vista tecnico-meccanico l'alimentazione delle caldaie sia di piccola taglia che di scala industriale con i sarmenti non ha creato problemi particolari. A detta dei tecnici della centrale a biomasse che ha ospitato una delle prove è tuttavia preferibile l'impiego dei sarmenti in miscela a cippato forestale o di segheria, che garantisce alla massa una maggiore fluidità;
 - per quanto attiene la qualità delle emissioni la combustione dei sarmenti in caldaie industriali, dotate di filtri elettrostatici, origina fumi con livelli di contaminazione ampiamente entro i limiti di legge per tutti i parametri previsti dalla normativa di settore;
 - l'impiego dei sarmenti in caldaie di piccola taglia, sprovviste di sistemi di filtrazione, consente il rispetto dei vincoli normativi previsti, ma si ritiene comunque preferibile destinare la biomassa



Foto 13 - Attrezzature utilizzate per l'analisi dei fumi.

ad un impianto centralizzato, in attesa di verificare l'efficacia ed i costi degli elettrofiltri di ultima generazione applicabili anche a caldaie di piccola potenza.

In una eventuale prosecuzione dello studio si potrà estendere la verifica della contaminazione di fumi con altri elementi, ad esempio i metalli pesanti, per i quali la normativa non prevede attualmente limiti per la combustione di biomasse.



CONCLUSIONI GENERALI E PROPOSTE OPERATIVE

Aspetti tecnico-economici

Nell'ottica del recupero dei sarmenti, le caratteristiche dei vigneti della zona di Avio, elevata frammentazione e mancanza di spazi per la manovra dei mezzi e per lo stoccaggio di materiali, impongono il ricorso a macchine compatte, capaci di entrare sotto la pergola e condizionare il sarmento direttamente nel vigneto.

La soluzione individuata è pertanto quella di utilizzare macchine disponibili in azienda (trattrici, rimorchi) più una apposita attrezzatura per il recupero dei sarmenti.

Le macchine ritenute più idonee sono le trinciaraccogliatrici munite di pick-up e benna ribaltabile (costo max 15.000 €). Queste sono da preferire alle imballatrici in quanto evitano il ricorso ad un mezzo per la movimentazione delle balle.

Stima dei costi	
Costo per la raccolta ed il trasferimento dei sarmenti ad un sito di stoccaggio (presso cantina sociale o nelle vicinanze)	circa 7.2 €/q
Prezzo di mercato del cippato	circa 5.0 €/q
Costo triturazione in campo operata abitualmente dai viticoltori	oltre 3.5 €/q

A fronte di queste cifre la raccolta dei sarmenti per il recupero energetico in impianto centralizzato diventa economicamente conveniente quando:

- si fa ricorso a contoterzisti, i quali richiedono un compenso per il

servizio effettuato (trinciatura con recupero che sostituisce la trinciatura a perdere effettuata dai viticoltori). In tal caso chi effettua la raccolta vedrebbe dimezzato il costo per il recupero dei sarmenti (7.2 €/q detratti 3.5 €/q) e pertanto avrebbe un margine pari a circa 1.3 €/q nella commercializzazione del cippato. Risulta però difficile ipotizzare che i viticoltori riconoscano un compenso per una operazione abitualmente effettuata in tempi morti e con macchine ampiamente ammortizzate. Una possibile alternativa al ricorso ai contoterzisti è costituita dall'affidamento di attrezzature eventualmente acquisite dalla Cantina a giovani viticoltori, che potrebbero integrare il loro reddito garantendo il servizio della raccolta dei sarmenti ad altri soci che non hanno la possibilità di provvedervi autonomamente;

- il committente acquisisce una o più trinciaraccogliatrici e le mette a disposizione dei viticoltori che conferiscono il materiale presso il centro di stoccaggio a fronte di un prezzo concordato. Questo dovrebbe comprendere il costo per la raccolta (depurato dai costi relativi alla trinciaraccogliatrice) e quello per il trasporto del cippato al centro di stoccaggio. Inoltre va tenuto conto che il viticoltore avrebbe il vantaggio del mancato costo per la triturazione dei sarmenti in campo (come sopra riportato il costo teorico è attorno a 3.5 €/q ma in realtà è considerato inferiore dagli agricoltori). Sulla base di queste considerazioni si può ipotizzare un prezzo del sarmento triturato conferito al centro nell'ordine di $3 \div 3.5$ €/q, derivante dai calcoli sotto esposti.

Costo raccolta esclusa trinciaraccogliatrice	3.76 €/q
Costo trasporto	1.84 €/q
TOTALE	5.6 €/q
Ipotesi prezzo del cippato franco stoccaggio	3.25 €/q

In questo caso il viticoltore ha una spesa di 5.6 €/q ed un'entrata di 3.25 €/q per un disavanzo di 2.35 €/q, ossia la cifra che comunque spenderebbe in caso di triturazione in campo (come detto il costo teorico è ben più elevato e pari a 3.5 €/q).

Il committente avrebbe a disposizione il cippato ad un costo di 3.25 €/q e pertanto concorrenziale con quello di mercato del cippato tradizionale, pur dovendo accollarsi la spesa per una o più macchine trincia-raccogliatrici. Imputando anche i costi fissi e di manutenzione e riparazione relativi ad una macchina - pari a 0.8 €/q - il costo del cippato per il committente sarebbe ancora concorrenziale, ossia pari a 4.05 €/q. Per quanto riguarda il bilancio energetico, calcolando un consumo di 20 l di gasolio per 25 q di cippato prodotto, considerando che un quintale di cippato al 40% di tenore idrico ha un contenuto energetico di 281 kWh e che un litro di gasolio libera invece 11 kWh, si ottiene un bilancio finale di 32:1. Da questo punto di vista il recupero dei sarmenti risulta pertanto estremamente vantaggioso in quanto restituisce almeno 30 unità per ogni unità consumata.

Aspetti ambientali

Caratteristiche dei sarmenti

I residui di fitofarmaci utilizzati nella difesa della coltura si riscontrano sui tralci di potatura anche se il loro livello risulta molto basso. La gestione biologica comporta un minore numero di residui sulla superficie dei sarmenti rispetto alla gestione convenzionale.

Grazie ai volumi di intervento tendenzialmente minori, i tralci provenienti da impianti a controspalliera risultano meno inquinati da residui di fitofarmaci rispetto a quelli provenienti da impianti a pergola.

Anche la deriva ha un ruolo nel determinare la presenza di tracce di residui di fitofarmaci sul legno di potatura, oltre che sulle produzioni.

Qualità dei fumi di combustione

Dal punto di vista tecnico-meccanico l'alimentazione delle caldaie sia di piccola taglia che di scala industriale con i sarmenti non ha creato problemi particolari, anche se sembra preferibile l'impiego dei sarmenti

in miscela a cippato forestale o di segheria, che garantisce alla massa una maggiore fluidità.

La qualità delle emissioni originate dalla combustione dei sarmenti in caldaie industriali, dotate di filtri elettrostatici, origina fumi con livelli di contaminazione ampiamente entro i limiti di legge per tutti i parametri previsti dalla normativa di settore.

L'impiego dei sarmenti in caldaie di piccola taglia, sprovviste di sistemi di filtrazione, consente comunque il rispetto dei vincoli normativi previsti. Si ritiene preferibile destinare i sarmenti ad impianti provvisti di filtri elettrostatici e in tal senso va valutata l'efficacia di elettrofiltri di piccole dimensioni (e costo contenuto) applicabili anche a caldaie domestiche. Ciò potrebbe consentire un impiego dei sarmenti anche in piccoli impianti con ampie garanzie di tutela ambientale.

In una eventuale prosecuzione dello studio si potrà estendere la verifica della contaminazione di fumi con altri elementi, ad esempio i metalli pesanti, per i quali la normativa non prevede attualmente limiti per la combustione di biomasse.

Ipotesi di utilizzo dell'energia prodotta con i sarmenti

Nell'ipotesi di recuperare i sarmenti su una superficie di circa 200 ettari (destinando all'operazione esclusivamente i vigneti del fondovalle) si possono stimare i quantitativi raccolti e la produzione di energia come esposto nel quadro seguente:

Superficie (ha)	200
Sarmenti (t/ha)	2.2
Quantità sarmenti	440 t/anno
Potere calorifico inferiore dei sarmenti (s.s. circa 70%)	3.0 kWh/kg
Combustione in caldaia, rendimento (%)	85
Energia termica prodotta	1.120 MWh/anno

L'energia termica prodotta può essere destinata a diversi utilizzi. Un reimpiego diretto presso la Cantina potrebbe consistere nella conversione di parte dell'energia termica in frigoriferi. Annualmente ad Avio per la vinificazione delle uve bianche vengono consumati 350 MWh concentrati in circa 50 giorni (settembre-ottobre). Mediante un assorbitore ad ammoniaca è possibile trasformare l'energia termica in frigoriferi con un rendimento (COP) pari a 0.52, il che significa che per produrre 350 MWh "freddi" sono necessari 670 MWh termici.

L'energia termica residua, pari a circa 450 MWh, potrebbe essere sufficiente per riscaldare 20-25 abitazioni monofamiliari, nel caso specifico si può comunque ipotizzare il teleriscaldamento di alcune strutture pubbliche (scuole, casa di riposo, municipio ecc.).



Giornata dimostrativa del 12.08.2008



ALLEGATI

Dati piovosità
Calendari trattamenti

Dati piovosità

Tab. 1 - Piovosità rilevate nel periodo dicembre-marzo in alcune località del Trentino nel periodo 2002-2008

Anno	Arco	Trento	Avio
2002 - 03	99,2	71,2	125,6
2003 - 04	209,8	266,8	304,8
2004 - 05	88	84,4	129,4
2005 - 06	270,1	241,8	233,4
2006 - 07	169,4	224,2	213,2
2007 - 08	154,2	173	178,6
media	165,1	176,9	197,5

Fonte - FEM-IASMA

Calendari trattamenti effettuati in vigneto

Tab. 2 - Calendario trattamenti az. A (cabernet sauvignon, spalliera)

Data	Antiperonosporici	Antioidici
03.05.2007	rame	zolfo
11.05.2007	rame	zolfo
18.05.2007	rame	zolfo
25.05.2007	rame	zolfo
30.05.2007	rame	zolfo
07.06.2007	rame	zolfo
14.06.2007	rame	zolfo
22.06.2007	rame	zolfo
28.06.2007	rame	zolfo
05.07.2007	rame	zolfo
13.07.2007	rame	zolfo
20.07.2007	rame	zolfo
27.07.2007	rame	
02.08.2007	rame	

Tab. 3 - Calendario trattamenti az. B (pinot grigio spalliera e pergola)

Data	Antiperonosporici	Antibotritici	Antioidici
17.04.2007	mancozeb		zolfo
24.04.2007	mancozeb		zolfo
01.05.2007	mancozeb		zolfo + spiroxamina
07.05.2007	folpet + mancozeb		zolfo
14.05.2007	folpet + mancozeb		zolfo
21.05.2007	benalaxil+ mancozeb		miclobutanil
30.05.2007	benalaxil+ mancozeb		zolfo
05.06.2007		fenexamide	
08.06.2007	rame		zolfo
16.06.2007	metalaxil		zolfo + quinoxifen
23.06.2007	rame		zolfo + quinoxifen
30.06.2007	rame		zolfo
05.07.2007	iprovalicarb		penconazolo + zolfo
21.07.2007	rame		zolfo
23.07.2007		ciprodinil + fludioxonil	

Tab. 4 - Calendario trattamenti az. C (pinot grigio spalliera e pergola e merlot pergola)

Data	Antiperonosporici	Antibotritici	Antioidici
24.04.2007	poliram		zolfo
01.05.2007	poliram		zolfo
08.05.2007	folpet		spiroxamina
16.05.2007	folpet		triadimenol
25.05.2007	zoxamide + mancozeb		triadimenol
31.05.2007	dimetomorf + rame		quinoxifen
04.06.2007		fenexamide	
09.06.2007	dimetomorf + rame		triadimenol
16.06.2007	dimetomorf + rame		quinoxifen
25.06.2007	rame		tebuconazolo + zolfo
05.07.2007	rame		
14.07.2007	azoxystrobin		
21.07.2007	rame	boscalid	

Tab. 5 - Calendario trattamenti az. D (teroldego pergola)

Data	Antiperonosporici	Antibotritici	Antioidici
30.04.2007	mancozeb		zolfo
08.05.2007	mancozeb		zolfo
16.05.2007	mancozeb		zolfo
23.05.2007	dimetomorf + mancozeb		miclobutanil
02.06.2007	dimetomorf + mancozeb		miclobutanil
11.06.2007	dimetomorf + mancozeb		miclobutanil
21.06.2007	dimetomorf + rame		trifloxystrobin
02.07.2007	rame		trifloxystrobin
16.07.2007	rame		trifloxystrobin
27.07.2007	dimetomorf + rame		

Tab. 6 - Calendario trattamenti az. E (teroldego pergola)

Data	Antiperonosporici	Antibotritici	Antioidici
07.05.2007	fosetil alluminio + piraclostrobin + metiram		zolfo
18.05.2007	fosetil alluminio + piraclostrobin + metiram		zolfo
31.05.2007	fosetil alluminio + dimetomorf + mancozeb		metrafenone
12.06.2007	dimetomorf + rame	boscalid	metrafenone
25.06.2007	sali ac. fosforoso + rame		metrafenone
06.07.2007	sali ac. fosforoso + rame		
30.07.2007	sali ac. fosforoso + dimetomorf + rame	mepanipirim	

Tab. 7 - Calendario trattamenti az. F (rebo spalliera)

Data	Antiperonosporici	Antioidici
25.04.2007	rame	zolfo
01.05.2007	rame	zolfo
09.05.2007	rame	zolfo
14.05.2007	rame	zolfo
25.05.2007	rame	zolfo
30.05.2007	rame	zolfo
05.06.2007	rame	zolfo
12.06.2007	rame	zolfo
16.06.2007	rame	zolfo
25.06.2007	rame	zolfo
01.07.2007	rame	zolfo
03.07.2007	rame	
05.07.2007	rame	zolfo
09.07.2007	rame	
18.07.2007	rame	zolfo
25.07.2007	rame	

Tab. 8 - Calendario trattamenti az. G (pinot grigio pergola)

Data	Antiperonosporici	Antibotritici	Antioidici
24.04.2007	mancozeb		zolfo
03.05.2007	mancozeb		zolfo
11.05.2007	mancozeb		zolfo
19.05.2007	folpet		quinoxifen
30.05.2007	fosetil alluminio + folpet		quinoxifen
08.06.2007	zoxamide + mancozeb		proquinazid
11.06.2007		pirimethanil	
16.06.2007	dimetomorf + rame		zolfo
25.06.2007	rame		zolfo
05.06.2007	rame		metrafenone + zolfo
14.07.2007	cyazofamide		
24.07.2007	rame	ciprodinil + fludioxonil	

Tab. 9 - Calendario trattamenti az. G (merlot spalliera)

Data	Antiperonosporici	Antibotritici	Antioidici
24.04.2007	mancozeb		zolfo
03.05.2007	mancozeb		zolfo
11.05.2007	mancozeb		zolfo
19.05.2007	folpet		quinoxifen
30.05.2007	fosetil alluminio + folpet		quinoxifen
08.06.2007	zoxamide + mancozeb		proquinazid
16.06.2007	dimetomorf + rame		zolfo
25.06.2007	rame		zolfo
05.07.2007	rame		metrafenone + zolfo
14.07.2007	cyazofamide		
24.07.2007	rame		
03.08.2007	rame		
13.08.2007	rame	boscalid	

Tab. 10 - Quantitativi di fitofarmaci (espressi in g/ha/anno) utilizzati nei vigneti in base ai calendari stagionali

ANTOPERONOSPORICI

Azienda		A	B	C	D	E	F	G	G
Cultivar		cab. s.	p.g.	mr e p.g.	ter.	ter.	rebo	mr	p.g.
antiperonosporici	azoxistrobin			228					
	benalaxil		344						
	cyazofamide							81,2	81,2
	dimetomorf			630	870	600		200	200
	folpet		2s400	1840				1200	1200
	fosethyl Al			5200		7300		1600	1600
	iprovalicarb		126						
	mancozeb		11250	1334	8400	1200		6130	6130
	metalaxil		140						
	metiram			2492		2000			
	piraclostrobin					200			
	rame	5910	9150	6300	3200	3700	2345	3268	2432
	zoxamide			166				166	166

ANTIBOTRITICI

antibotritici	boscalid			500*		650		500	
	ciprodinill		300						300
	fenexamide		600						
	fludioxonil		200						200
	mepanipirim			500*		650			
	pirimethanil								598,4

* solo pinot grigio

ANTIOIDICI

antioidici	dinocap								
	metrafenone					410		101,6	101,6
	myclobutanil		56,3		135				
	penconazolo		30						
	proquinazid							53,4	53,4
	quinoxifen			68				108,2	108,2
	spiroxamina		309	309					
	tebuconazolo			100					
	triadimenol		169						
	trifloxystrobin					170			
	zolfo	2580	23200	5200	10800	6240	24754	14800	14800

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il p.a. Livio Fadanelli della Fondazione Edmund Mach per la collaborazione nella parte dello studio relativa all'utilizzo in frigoconservazione dell'energia termica prodotta.

Si ringrazia l'azienda Secchi di Avio per aver ospitato la giornata dimostrativa del 12 febbraio 2008.



Alcuni degli agricoltori e tecnici che hanno collaborato allo studio

BIBLIOGRAFIA CITATA

- AA.VV. (2001): Studio per la valorizzazione energetica dei residui colturali arborei in Calabria e Sicilia. SOAT n° 21 - Catania.
- AA. VV. (2006): Biomasse vegetali una possibile risposta alla domanda di energia. L'Informatore Agrario 28, 25-39
- AA. VV. (2006): Atti del seminario Combustione della biomassa – qualità dell'aria: quando la tecnologia aiuta l'ambiente - Milano 8 marzo
- Colombo L. (2006): Combustione del legno e inquinamento atmosferico <http://www.leeec.supsi.ch>
- Corradi C. (2007): Legno di potatura: se ne parlerà molto presto. Notiziario fitopatologico del Consorzio Fitosanitario Provinciale di Reggio Emilia n.1, 19-20
- Cotana F., Costarelli I. (2007): Impianti sperimentali per il recupero energetico da potature di vite, olivo e frutteti
- www.programmavision.it/gallery/Recupero_energetico_imp_pilota.pdf
- Del Mastro R. (1991): Trinciasarmenti OMARV TF 260 e TF 220. Rapporto n° 310 CNR - Istituto per la Meccanizzazione Agricola, Torino.
- Di Blasi C., Tanzi V., Lanzetta M. (1997): A study on the production of agricultural residue in Italy. Biomass and Bioenergy, Vol. 12, n° 5: 321-331.
- Di Marco S., Osti F. (2005): Esperienze di lotta al mal dell'esca. Il Divulgatore n° 5/2005:26-34.
- Francescato V., *et al.* (2007): Qualità di cippato e pellet di vite e prove di combustione. L'Informatore Agrario 10 inserto Vitis Energetica Valorizzazione energetica dei sarmenti di vite in provincia di Gorizia, 6-10
- Georget C., Descôtes A., Moncomble D. (2008): Bois de taille et ceps arrachés: le pétrole vert du vignoble? Le Vigneron Champenois n.3, 70-85
- Guarella P. (1994): Raccolta e condizionamento in balle di residui di potatura di vite e olivo. Ingegneria Agraria n° 39: 29-41.
- Haslinger W. (2007): La combustione del pellet di vite: aspetti generali e punti di criticità-Presentazione al Convegno Vitis Energetica Valorizzazione Energetica dei sarmenti di vite in provincia di Gorizia - Gorizia 2 febbraio

- Laraia R., Riva G., Squitieri G. (2001): I rifiuti del comparto agroalimentare. Studio di settore. Rapporto ANPA n° 11/2001. ANPA, Roma. 149 pp.
- Recchia L., *et al.* (2006): TRP-RT Nobili, innovativa trinciaraccogliatrice. *Macchine e Motori Agricoli* n° 2: 53-55.
- Redazionale (2008): La biomassa legnosa contro l'emergenza energia. *Consiglio provinciale cronache* n.13-14, 7
- Riva G., Alberti M. (2005): Il controllo e la certificazione delle emissioni in impianti a legna
<http://www.AmbienteDiritto.it>
- Sartori G., *et al.* (2004): Contenuto di metalli pesanti nei suoli del Trentino. *Studi Trentini di Scienze Naturali - Acta Geologica* v. 79 (2002), pp. 75-117, Trento 2004
- Spinelli R. e Spinelli R. (1998): L'imballatura dei residui legnosi agroforestali. *L'Informatore Agrario* n° 46: 59-62.
- Spinelli R. e Spinelli R. (2000): Prove di imballatura delle potature di olivo. *L'Informatore Agrario* n° 4: 101-104.
- Spinelli R. (2004): La raccolta dei residui di potatura. In: *Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm. Quaderni ARSIA* n° 7/2004: 151-157.
- Spinelli R., Magagnotti N. (2006): I residui di potatura nel mercato delle biomasse. *Mondo Macchina*, n. 3: 52-59.
- Spinelli R., *et al.* (2006): Produrre biomassa dai sarmenti di vite *L'Informatore Agrario* n.28: 36-39
- Spinelli R., Nati C., Magagnotti N. (2006): Produzione ed uso energetico del legno nell'azienda agricola. *Terra e Vita supplemento* (febbraio-marzo), 15 p.

GLI AUTORI

Andrea Cristoforetti

Perito Agrario

È dipendente a tempo indeterminato della Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario di San Michele all'Adige, ove è inserito nell'Unità Operativa "Biomasse ed energie rinnovabili".

Dal 1987 si occupa principalmente di sistemi impiantistici e tecnologici e di gestione dei processi nel settore del compostaggio e del trattamento biologico in genere di rifiuti e biomasse.

Ha pubblicato più lavori riguardanti macchine, attrezzature e sistemi tecnologici complessi per impianti di compostaggio.

Dal 2007 si occupa della produzione di energia da fonti rinnovabili, con particolare riferimento al biogas da digestione anaerobica di rifiuti e deiezioni ed al recupero di biomasse agricole a fini energetici.

Natascia Magagnotti

Ricercatrice presso il CNR IVALSÀ dal 2003 nella linea di ricerca "Meccanizzazione Forestale e Raccolta della Biomassa". Laureata in Scienze Forestali e Ambientali presso l'Università di Padova. Esperta di meccanizzazione forestale e specializzata nella logistica dei cantieri per la raccolta delle biomasse legnose ad uso energetico. Ha lavorato sulle tecnologie per la raccolta dei sarmenti anche in Veneto, in Friuli e nelle Marche. Autrice di oltre 30 pubblicazioni tecnico-scientifiche, di cui 4 su riviste scientifiche internazionali referate.

Enzo Mescalchin

Laureato in Scienze Agrarie, dal 1982 è responsabile per il settore viticolo del Servizio di Consulenza Tecnica prima in capo all'Esat e dal 2002 all'Istituto Agrario di S. Michele ora FEM-IASMA.

Dal 1990 fa parte della Commissione Tecnica del Protocollo di Autodisciplina per la Produzione Integrata in Viticoltura.

Autore o coautore di circa 40 articoli tecnici su riviste nazionali. Presente con 2 articoli su Plant Pathology e Die Wein-Wissenschaft Viticultural and Enological Sciences. In collaborazione con altri colleghi ha presentato lavori alle Giornate Fitopatologiche e alle Giornate Tecniche dell'Itab (Institut Technique Agriculture Biologique) francese.

Ha svolto attività di docenza nell'ambito del Corso di Studi per il conseguimento del titolo di Enologo e Diplom-Ingenieur (FH) für Weinbau und Oenologie e del Master in Enologia attivato dall'Università di Milano con FEM-IASMA.

Nell'ambito dell'attività di consulenza tecnica sul territorio segue aziende viticole a conduzione biologica e si occupa del ciclo della sostanza organica nel suolo.

Silvia Silvestri

Laureata in Scienze Biologiche, dal 1986 svolge attività di ricerca e sperimentazione nel settore del recupero e valorizzazione di biomasse a fini agronomici ed energetici. Ha approfondito in particolare gli aspetti connessi alla valutazione della qualità dei processi biologici, attraverso i test di fitotossicità e l'indice di respirazione, ed ha collaborato alla messa a punto di strumentazione innovativa per la verifica della stabilità biologica di matrici organiche in fase di compostaggio.

Ha partecipato attivamente a numerosi progetti con istituzioni ed enti di ricerca pubblici e privati e a due progetti comunitari di cooperazione con i Paesi dell'Europa Centrale. Dal 1995 è inquadrata come ricercatore all'interno dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige e dal 1°settem-

bre 2005 è responsabile dell'unità Biomasse ed energia rinnovabile. Ha partecipato all'organizzazione di corsi e convegni nazionali ed internazionali ed è autrice e co-autrice di numerose pubblicazioni in materia.

Raffaele Spinelli

Ricercatore presso il CNR IVALSA dal 1988, e responsabile della linea di ricerca "Meccanizzazione Forestale e Raccolta della Biomassa".

Ottiene la Laurea in Scienze Forestali presso l'Università della Tuscia (VT), e il Dottorato in Ingegneria Forestale presso l'Università Nazionale Irlandese a Dublino. Responsabile scientifico per il CNR in 7 progetti internazionali e in 12 gruppi di lavoro, azioni concertate e network Europei. Collaboratore esterno dell'Università della California-Davis, dal 1998 al 2004.

Specialista nello sviluppo e nell'analisi dei sistemi per la raccolta delle biomasse legnose ad uso energetico. Autore di oltre 200 pubblicazioni tecnico-scientifiche, di cui 20 su riviste scientifiche internazionali referate, quotate da JCR - Reuters.

Finito di stampare nel mese di febbraio 2009

FONDAZIONE EDMUND MACH



ISTITUTO AGRARIO
DI SAN MICHELE ALL'ADIGE

ISBN 978-88-7843-028-0